

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Edit Kišmartin

Zagreb, svibanj 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing.

Student:

Edit Kišmartin

Zagreb, svibanj 2017.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se obitelji, bez koje moj studij ne bi bio moguć te svim prijateljima uz koje je studiranje bilo nezaboravno.

Edit Kišmartin



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum: 11-05-2017	Prilog
Klasa: 602-04/17-6/4	
Ur.broj: 15-1703-17-198	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Edit Kišmartin**

Mat. br.: 0035184859

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza podrške komunikaciji u procesu konstruiranja**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of support for design communication**

Opis zadatka:

Proces konstruiranja može se promatrati kao socijalno-tehnički proces koji podrazumijeva rad u dinamičnoj, nepredvidivoj i konkurentnoj okolini. Sustavi za podršku komunikaciji daju naglasak na koordinaciju i kolaboraciju. Ipak istraživanja pokazuju da se u praksi informacije i ideje često razmjenjuju na temelju nepotpunih, nepreciznih i proizvoljnih procedura, što često dovodi do dvosmislenosti i nesigurnosti koja uzrokuju značajna kašnjenja i greške u razvojnom procesu.

U ovom radu treba dati pregled stanja razvoja metodologija i alata za podršku komunikaciji u razvojnim procesima koji se odvijaju u multidisciplinarnim i geografski distribuiranim timovima. Potrebno je dati pregled i analizu literature te dati prikaz teorijskih osnova komunikacije općenito.

Dobivene spoznaje treba primijeniti na analizu komunikacije u razvojnim procesima u tvrtci Pitaya Solutions d.o.o. Pri tome fokus treba biti na procesu razvoja „pametnog tuša“ za javne i gradske infrastrukture, kupališta i plaže. Treba analizirati i pratiti komunikaciju sa izvođačima i dobavljačima, komunikaciju unutar razvojnog tima te iterativno definiranje konstrukcijskih parametara za različite mehaničke i elektroničke komponente sustava.

Temeljem provedene analize treba ukazati na uočene probleme i predložiti poboljšanja. Na jednostavnom primjeru razmotriti uporabu Petrijevih mreža za vizualizaciju i simulaciju procesa komunikacije u konstruiranju.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

9. ožujka 2017.

Rok predaje rada:

11. svibnja 2017.

Predviđeni datumi obrane:

17., 18. i 19. svibnja 2017.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Neven Pavković

Predsjednica Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	II
POPIS TABLICA.....	IV
SAŽETAK.....	V
SUMMARY	VI
1. UVOD.....	7
2. PREGLED I ANALIZA LITERATURE	9
2.1. Tablica pregleda obrađene literature	9
2.2. Prikaz teorijskih osnova komunikacije	11
2.3. Problematika u komunikaciji pri konstruiranju i razvoju proizvoda	15
2.4. Preporuke unaprjeđenju komunikacije u konstruiranju	17
2.5. Istraživanje o komuniciranju u postojećoj industriji.....	24
2.6. Faktori koji utječu na komunikaciju u razvoju proizvoda	26
2.7. Pogled iz perspektive organizacijskog učenja i utjecaj informacija o tržištu pri razvoju novog proizvoda.....	28
2.8. Integracija znanja u kolaborativnim okruženjima pri razvoju proizvoda	29
2.9. Semantički pristup proučavanju komunikacije konstrukcijskog tima	31
2.10. Komunikacijski zahtjevi u internacionalnim inovativnim timovima.....	32
2.11. O modeliranju sustava i upravljanju informacijama	34
2.12. Planiranje procesa razvoja	36
2.13. Postojeći alati i tehnike modeliranja procesa	37
2.14. Važnost PLM i PDM sustava u okruženjima kolaborativnog konstruiranja	39
2.15. IoT u kontekstu PLM sustava	43
2.16. QLM (<i>Quantum Lifecycle Management</i>).....	44
2.17. Uvod u Petrijeve mreže.....	47
2.18. Prikaz konkretnog rješenja za upravljanje komunikacijom pri konstruiranju	51
2.19. Aktualni alati za podršku kolaborativnom radu	55
3. ANALIZA KOMUNIKACIJE U RAZVOJNIM PROCESIMA	57
3.1. O zadatku i kontekstu.....	57
3.2. Struktura procesa konstruiranja i komunikacije.....	59
3.3. Kodifikacija i označavanje.....	62
3.4. Prikaz i analiza provedenog intervjua	67
3.5. Prikaz i analiza komunikacijskih scenarija	72
3.6. Vizualizacija procesa korištenjem Petrijevih mreža	77
4. ZAKLJUČAK.....	88
LITERATURA.....	89
PRILOZI.....	92

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz Shannon-Weaverovog modela komunikacije [1]	11
Slika 2. Modeli komunikacijskog procesa [2].....	12
Slika 3. Protok komunikacije u organizaciji [2].....	13
Slika 4. Mreža svih korelacijskih koeficijenata u istraživanju	26
Slika 5. Komunikacijski tokovi u internacionalnim razvojnim timovima; prijedlog rješenja [10]	33
Slika 6. Primjer dijagrama radnog toka pri analizi komunikacijskih interakcija [20]	42
Slika 7. Shema implementacije QLM razmjene poruka u svrhe nadzora i kontrole na primjeru procesa vrućeg utiskivanja [25].....	46
Slika 8. Prikaz osnovnih shema u Petrijevim mrežama prije i nakon paljenja tranzicije	47
Slika 9. Primjer Petrijeve mreže za obradu podataka prilikom zaprimanja žalbi korisnika [28]	48
Slika 10. Dimenzije radnog toka [28]	48
Slika 11. Slijed događaja (aktivnosti)	49
Slika 12. Istovremeno izvršenje radnji	49
Slika 13. Nedeterminirajući događaji.....	49
Slika 14. Sinkronizacija.....	49
Slika 15. Sinkronizacija i istovremenost	49
Slika 16. Izbor	49
Slika 17. Iteracija.....	49
Slika 18. Prikaz sustava za upravljanje radnim tokom koji su modelirani korištenjem Petrijevih mreža [29]	50
Slika 19. Definiranje točka fokusa pojedinih artefakata	52
Slika 20. Mogući tipovi zaključaka.....	52
Slika 21. Definiranje svrhe komunikacije	52
Slika 22. Životni ciklus komunikacije [33].....	53
Slika 23. Komunikacija u <i>PartBook</i> -u	53
Slika 24. Prikaz četiri ključna koraka pri kreiranju komunikacije u <i>PartBook</i> -u	54
Slika 25. Kolaboracija korištenjem Wiki-ja [40]	56
Slika 26. Model toka istraživanja	58
Slika 27. Razine i fokus analize u institucijama [45]	60
Slika 28. Pregled faza razvoja proizvoda u okviru komunikacijskih aktivnosti	62
Slika 29. Prikaz domena u interakciji uz primjer označavanja	63
Slika 30. Tijek istraživanja i analize uz prikaz krajnjih ishoda.....	64
Slika 31. Shema trenutnih komunikacijskih puteva unutar tima PS	65
Slika 32. Shema korelacija između komponenata proizvoda Y; debljina linije naznačava jačinu veze, dok lista prioriteta označava važnost pojedine komponente	65
Slika 33. Procjena vremenskog slijeda kreiranja i razrade pojedinih komponenata u razvoju, od ideje do realizacije; jasno je vidljivo kada se koja komponenta se može početi konfigurirati zbog njihove međuovisnosti.....	66
Slika 34. Industrijska feleksibilnost u terminima tehničke komunikacije [54].....	69
Slika 35. Primjer Petrijeve mreže za proces komunikacije (pregovaranja)	78
Slika 36. Primjer Petrijeve mreže za proces generiranja prijedloga/ponude između sudionika u komunikaciji	79
Slika 37. Simulacija komunikacijskog procesa sa sudionikom X1 korištenjem Petrijevih mreža	80
Slika 38. Simulacija revizije komponente tj. definicija konačnih parametara komponente K	80

Slika 39. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X2, tj. definiranje potrebnih parametara	81
Slika 40. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X3, tj. definiranje potrebnih parametara	82
Slika 41. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X4, tj. definiranje stanja u određenoj fazi pregovora.....	83
Slika 42. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X4, tj. definiranje potrebnih parametara	83
Slika 43. Generalna simulacija procesa konstruiranja	84
Slika 44. Simulacija aktivnosti u razvojnom timu	85
Slika 45. Konačna simulacija razvojnog procesa i popratnih komunikacijskih aktivnosti sa sudionicima	86

POPIS TABLICA

Tablica 1. Komunikacijske mreže u organizaciji [3]	14
Tablica 2. Grupacija ključnih problema u kompleksnim sustavima [1]	15
Tablica 3. Preporuke unaprjeđenju komunikacije pri konstruiranju [4]	17
Tablica 4. Faktori koju utječu na učinkovitost razvoja novog proizvoda u određenim razinama	29
Tablica 5. Potrebno znanje u ovisnosti o tipu sučelja razvojnog tima	29
Tablica 6. Prikaz tehnika modeliranja toka procesa.....	38
Tablica 7. Usporedba Web i PDM tehnologija; uvid u prednosti korištenja Web-a [16]	40
Tablica 8. Prikaz utjecaja na unaprjeđenje učinkovitosti tvrtke korištenjem dijagrama radnog toka [19]	41
Tablica 9. Funkcionalni zahtjevi na razmjenu poruka putem IoT-a [25].....	44
Tablica 10. Tablični pregled nekih od postojećih alata za podršku kolaboraciji i timskom radu	55
Tablica 11. Rezultati intervjua (tim)	67
Tablica 12. Rezultati intervjua (vanjski sudionici)	70
Tablica 13. Analiza komunikacijskih scenarija u tvrtki PS	72

SAŽETAK

Komunikacija se smatra ključnim faktorom u kontekstu timova pri konstruiranju i razvoju proizvoda. Može se reći kako su principi, ustaljeni obrasci i načini komuniciranja unutar tvrtke, u okolini tvrtke te na globalnoj razini značajni indikatori učinkovitosti poslovanja, što se dakako uvelike odražava i na sam ishod (proizvod). Upravo zato je vrlo važno pomno pratiti taj proces te ga kroz vrijeme konstantno poboljšavati i optimizirati. U prvome dijelu ovoga rada dat je pregled i uvid u literaturu, odnosno pregled stanja u kontekstu komunikacije u razvojnim konstrukcijskim timovima. Počevši od samih osnova komunikacije, prikazali su se postojeći problemi u zadanom kontekstu, iznijele preporuke unaprijeđenju istoga, a zatim prikazali različiti pristupi modeliranju alata za podršku takvih procesa. Prikazan je uvid u stanje postojećih alata za podršku pri komunikaciji u razvoju te opis potencijalnih budućih mogućnosti sa istom svrhom. U drugome dijelu rada prikazala se izvršena analiza na temelju istraživanja u postojećoj tvrtki, Pitaya Solutions, sa sjedištem u Osijeku, gdje se kroz određeni period pratila upravo komunikacija unutar tima te komunikacija s okolinom pri razvoju novog proizvoda. Na temelju analize se zatim izvršila vizualizacija uočenih procesa korištenjem Petrijevih mreža kao naprednog alata za modeliranje procesa te su se iznijeli zaključci i predložila moguća poboljšanja.

Ključne riječi: komunikacija, tok komunikacije, konstrukcijski tim, razvojni tim, kolaboracija, koordinacija, učinkovitost, pregovaranje, odlučivanje, konstruiranje, razvoj

SUMMARY

Communication is considered to be a key factor between design teams during product development. Principles, patterns and communication methods inside companies, around companies and on a global level are thought to be a very significant indicators of company's efficiency, which of course reflects on the product being developed. That is exactly why it is necessary to thoroughly observe that process and constantly improve it. In the first part of this thesis there is an overview of the literature and a look into current state in context of communication in design teams. Starting from communication basics, existing problems have been shown and recommendations were introduced, with an overview of existing tools for supporting such processes. There is a look into a current state regarding tools for supporting communication in design and a description of potential future possibilities. In the second part, an analysis based on a research in an existing company, Pitaya Solutions based in Osijek, where communication flows in the design team and between design team and its surrounding were observed, was shown. Based on that analysis, visualization of the processes was made using an advance tool for process modeling called Petri nets. Conclusions were then drawn and some potential improvements have been introduced.

Key words: communication, communication flows, design team, development team, collaboration, coordination, efficiency, negotiation, decision making, design, development

1. UVOD

Brojne studije su potvrdile kako inženjeri provode i do 75% svojeg vremena komunicirajući. Proces konstruiranja i razvoja proizvoda prati konstantna interakcija između članova na razini tvrtke, na razini tvrtka – dobavljač/izvođač ili na globalnoj razini pri kolaboraciji s multidisciplinarnim i geografski raspodjeljenim timovima. Kroz čitav životni ciklus proizvoda formuliraju se zahtjevi i ograničenja, donose se odluke i rješenja koja se analiziraju, preformuliraju i usklađuju sa trenutnim potrebama. Samim time, komunikacija je esencijalna stavka svakog procesa konstruiranja, a propusti i pogreške pri upravljanju i vođenju komunikacije mogu rezultirati vremenskim odgodama te u konačnici i neuspješnim projektom (proizvodom).

Komunikacija kao medij za razmjenu informacija, podataka i znanja (u daljnjem tekstu: informacija) se može okarakterizirati kao relacijski, refleksni i sveobuhvatni dinamički proces koji se odvija u tri osnovne dimenzije: vremenskoj, činjeničnoj i socijalnoj. Komunicirati se može o artefaktima, procesima i/ili relacijama kroz aktivnosti koje daju podatke o stanju i obrazloženju tog stanja (pridavanje smisla) ili o načinu na koji nešto treba biti izrađeno (oblikovanje budućnosti) [1].

Na početku je potrebno razlučiti dva opsega: proučavanje, analiza i poboljšavanje samog procesa konstruiranja i konstruiranih proizvoda. U ovom će se radu fokus postaviti na sam proces konstruiranja, iako se lako da zaključiti kako će se modeliranjem procesa uz adekvatno odabrane alate ujedno moći pratiti i sama funkcionalnost i status proizvoda. Naglasak je na koordinaciji i kolaboraciji prilikom komunikacije.

Nakon prethodno prikupljene i analizirane literature u okviru kolegija Projekt KRP, dat je pregled različitih pristupa modeliranju komunikacije, postojećih problema u komunikaciji kao i sustavnih tehnoloških rješenja u vidu alata za podršku upravljanjem dinamike razvoja proizvoda. U okviru Diplomskoga rada, dati će se nastavak analize literature u zadanom kontekstu, a zatim doneseni zaključci temeljeni na izučenim preporukama primjeniti na modeliranje procesa konstruiranja i razvoja proizvoda u tvrtki Pitaya solutions d.o.o., sa sjedištem u Osijeku, gdje se u vremenskom periodu od nekoliko mjeseci pomno bilježio tok komunikacije i razvoj konkretnog proizvoda. Već u ranijoj fazi dogovora oko zadane teme, kao alat za podršku modeliranju komunikacijskih procesa pri razvoju odabrale su se Petrijeve mreže, zbog određenih povoljnih karakteristika u kontekstu zadatka.

Petrieve mreže predstavljaju dijagramski alat za modeliranje sljedivosti i sinkronizacije u distribuiranim sustavima izgrađen na snažnom matematičkom temelju. Drugim riječima, one

predstavljaju sredstvo za prikaz i modeliranje dinamičkih sustava sa svrhom analize njihovih ponašanja u različitim okolnostima.

U vidu eliminacije trenutnih poteškoća i olakšavanja komunikacijskih procesa treba generalizirati model u što većoj mjeri, a opet takvom strukturom ostaviti mjesta za daljnju prilagodbu konkretnijim zahtjevima i okolinama. U kontrast postojećim alatima visokih cijena i još uvijek upitne uspješnosti implementacije u pojedina postrojenja i tvrtke, predlaže se pretraživanje i korištenje dostupnijih i fleksibilnijih medija.

Brojne su preporuke date u velikom broju pronađene literature, stoga će se na početku rada, uz najvažnije podatke dobivene u radu Projekt KRP, dati i sustavan pregled istih, a zatim krenuti u razradu i formiranje modela procesa razvoja i komunikacije u definiranom okruženju.

2. PREGLED I ANALIZA LITERATURE

2.1. Tablica pregleda obrađene literature

Autor(i)	Fokus članka	
	Područje	Kratki opis
Clarkson, Eckert, Stacey	Komunikacija u konstruiranju	Opis problematike u toku komuniciranja pri razvoju proizvoda.
Jurković	Komunikacija u konstruiranju	Sinteza općih informacija o poslovnoj komunikaciji i modelima komunikacijskog procesa.
Maier, Dönmez, Hepperle, Kreimeyer, Lindemann, Clarkson	Komunikacija u konstruiranju	Preporuke unaprjeđenju komunikacije pri konstruiranju i metode analize literature.
Eckert	Komunikacija u konstruiranju	Prikaz rezultata empirijske studije o komunikaciji u više od 20 krojačkih tvrtki-
Maier, Kreimeyer, Hepperle, Eckert, Lindemann, Clarkson	Komunikacija u konstruiranju	Prikaz studije o korelacijama između faktora koji utječu na komunikaciju temeljeni na statističkoj analizi empirijskih podataka. Uvid u istraživanje i upravljanje komunikacijom kroz sučelja među različitim odjelima.
Adams, Day, Dougherty	Upravljanje znanjem	Opis rezultata studije koja istražuje organizacijske barijere učenju o tržištu prilikom razvoja novih proizvoda. Cilj studije je identificirati procese u kojima organizacijske barijere ometaju učenje te dati prijedloge unaprjeđenju alata i tehnika vezanih uz tržište i savladavanje barijera.
Kleinsmann, Buijs, Valkenburg	Upravljanje znanjem	Istraživanje o faktorima koji utječu na kreiranje dijeljenog shvaćanja pri kolaborativnom razvoju novog proizvoda, kao i poveznice među istima.
Dong	Komunikacija u konstruiranju	Predstavljanje metode za proučavanje komunikacije konstrukcijskih timova koja omogućuje direktno mjerenje građenja znanja.
Moenaert, Caeldries, Lievens, Wauters	Komunikacija u konstruiranju	Zaključivanje o komunikacijskim zahtjevima i mogućnostima na temelju istraživanja, koji su potrebni kako bi pri razvoju u internacionalnim inovacijskim timovima novi proizvod bio učinkovitiji.
Aguilar-Saven	Modeliranje procesa	Opis tehnika za modeliranje procesa.
	Planiranje procesa	Opis trenutnih praksi planiranja procesa u industrijama te izazovi povezani s istima.
Park, Cutkosky	Modeliranje procesa	Opis inženjerskih procesa i alata za njihovo modeliranje, uz veze i međuovisnosti.
Van der Aalst	Modeliranje procesa i Petrijeve mreže	Kontrola, nadzor, optimizacija i podrška poslovnim procesima.

Pla , Gay, Melendez, Lopez	Petrijeve mreže	Opis modela za inteligentno upravljanje poslovnim aktivnostima putem dijagrama toka. Predstavljanje ekstenzije u obliku Petrijeve mreže za modeliranje dijagrama toka s ciljem izbjegavanja odgoda i gubitaka.
Bartolini, Gamberi, Persona, Pilati, Regattieri	Modeliranje procesa i Petrijeve mreže	Fokus na konstruiranje i simulaciju industrijskih procesa koji su temeljeni na vremenskim Petrijevim mrežama.
Hisarciklilar, Boujut	Komunikacija u konstruiranju	Prijedlog pristupa temeljenog na konceptu dodavanja bilješki s ciljem podrške komunikaciji pri konstruiranju. Opis i analiza kooperativnog slučaja gdje se definiraju potrebni zahtjevi i predlaže model za dodavanje bilješki.
Gopsill, McAlpine, Hicks	Komunikacija u konstruiranju	Prijedlog za učinkovitijom tehničkom podrškom komuniciranju pri konstruiranju te definiranje zahtjeva za takvu podršku kroz pregled literature.
Toepfer, Naumann	Upravljanje parametrima	Pristup koji olakšava upravljanje funkcionalnim i geometrijskim parametrima u primjeni koja sadrži bazu podataka.

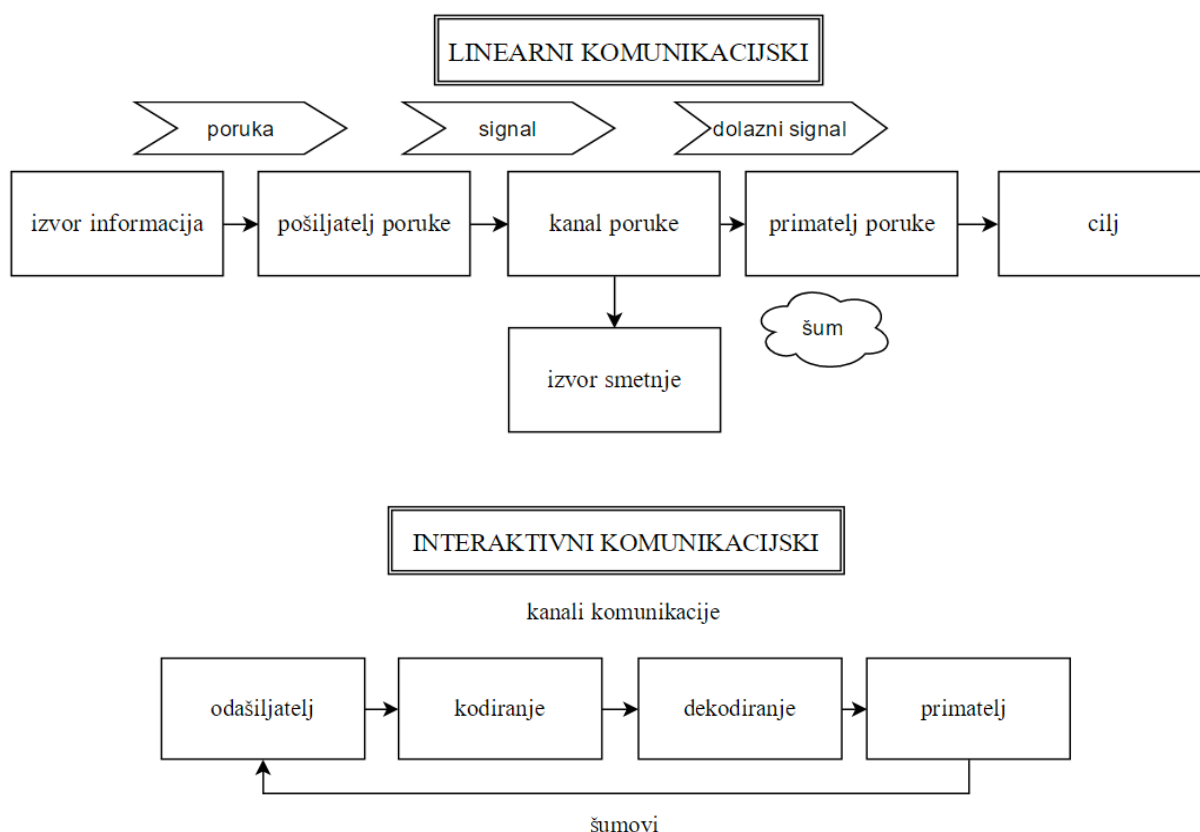
2.2. Prikaz teorijskih osnova komunikacije

Komunikacija obuhvaća razmjenu informacija i podataka (u daljnjem tekstu: informacija), a samim time i razmjenu znanja. Može se okarakterizirati kao relacijski, refleksni i sveobuhvatni dinamički proces koji se odvija u tri osnovne dimenzije: vremenskoj, činjeničnoj i socijalnoj. Komunicirati se može o artefaktima, procesima i/ili relacijama kroz aktivnosti koje daju podatke o stanju i obrazloženju tog stanja (pridavanje smisla) ili o načinu na koji nešto treba biti izrađeno (oblikovanje budućnosti) [1]. Kada je riječ o teorijama koje opisuju komunikaciju, razlučuju se dva stajališta promatranja: prijenos informacija kao proces i poimanje smisla kod sudionika u komunikaciji. Model prijenosa informacija se može predložiti npr. Shannon-Weaverovim modelom koji se sastoji od pet elemenata.



Slika 1. Prikaz Shannon-Weaverovog modela komunikacije [1]

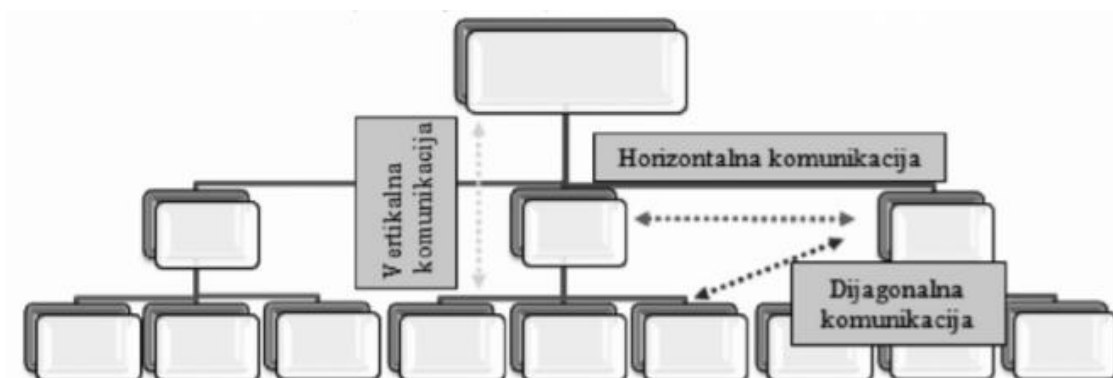
Sa ovog stajališta komunikacija je jednosmjernan, linearni i mehanički proces. No, ovdje je zanemarena kognitivna komponenta koja je itekako važan čimbenik. Interpretacija informacija, shvaćanje i davanje smisla ovise upravo o kognitivnim shemama sudionika i tako ih pojedini teoretičari ističu kao glavne odlučujuće faktore u procesu komunikacije.



Slika 2. Modeli komunikacijskog procesa [2]

Kada je riječ o komunikaciji u organizacijama, riječ je o vrlo kompleksnom i odgovornom zadatku [2]. Promatrajući izgradnju sustava komunikacije, isti se može definirati kao određivanje pravaca, sadržaja, oblika i sredstva komunikacije te njihovo povezivanje u smislenu mrežu prenošenja informacija. Kao osnovne funkcije komunikacije u organizacijama mogu se navesti: kontroliranje, motiviranje, emocionalno izražavanje i informiranje. Svrha komunikacije unutar organizacije je realizacija plana. Razlikuje se nekoliko smjerova komunikacije u takvome kontekstu:

- Vertikalna komunikacija prema dolje
- Vertikalna komunikacija prema gore
- Horizontalna komunikacija i lateralna komunikacija

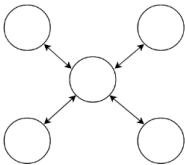
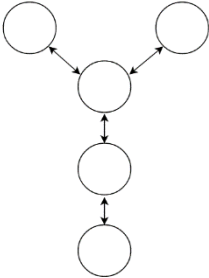

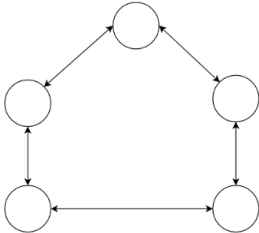
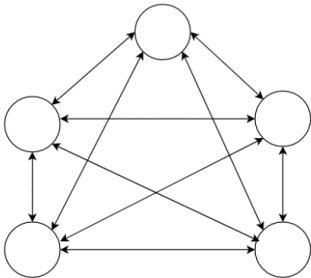


Izvor: Izradio autor prema Weihrich, H., Koontz, H.: *Menadžment*, 10. izdanje, Mate d.o.o., Zagreb, 1994., str. 544.

Slika 3. Protok komunikacije u organizaciji [2]

Proces komunikacije podrazumijeva model strukturiran sudionicima. Taj proces započinje kodiranjem poruke koja se odašilje komunikacijskim kanalom, zatim slijedi dekodiranje, te se cijeli proces zatvara povratnom vezom (*feedback*). Od koristi će biti prikazati neke od struktura komunikacijskih mreža u organizaciji (Tablica 1).

Tablica 1. Komunikacijske mreže u organizaciji [3]

	<p>Struktura kotača</p> <p>Najcentraliziranija komunikacijska struktura jer sve informacije šalje i prima jedna, središnja osoba, odnosno informacije prolaze preko jedne osobe, najčešće vođe grupe. U ovoj strukturi postoji jednaka participacija svih članova.</p>
	<p>Struktura slova Y</p> <p>Ova struktura je neznatno decentralizirana, jer u njoj centar nije spojen neposredno sa svim članovima grupe, već je to povezivanje u donjem dijelu lanca posebno.</p>
	<p>Struktura lanca</p> <p>U ovoj strukturi komunikacija slijedi formalni lanac naređivanja. On omogućuje ravnomjerniji protok informacija, pogodan je za radne situacije u kojima se poslovi nadovezuju, kao što je proizvodnja uz pomoć pomične trake, no i dalje osobe na krajevima strukture komuniciraju samo s jednom osobom. U lančanoj strukturi riječ je o neposrednom tijeku informacija između susjednih članova grupe, iako osobe na kraju lanca uzajamno djeluju jedna na drugu.</p>
	<p>Struktura kruga</p> <p>Informacije kolaju ravnomjernije te u toj strukturi svaka osoba komunicira s dvije osobe, obično s onima koje imaju slična uvjerenja, iskustva, područje rada ili rade na istoj lokaciji.</p>
	<p>Struktura zvijezde</p> <p>Najdecentraliziranija je struktura, koja omogućuje slobodan protok informacija među svim članovima komunikacijske strukture bez obzira na njihove pozicije u hijerarhiji ili njihov status. Kod takve strukture komuniciranja vođa, ako uopće postoji, nema veću informacijsku moć od njezinih članova, a dinamički obrasci komuniciranja karakteristični su za otvorene i fleksibilne, inovativne, organske i adhokratske organizacijske strukture.</p>

2.3. Problematika u komunikaciji pri konstruiranju i razvoju proizvoda

Težnja je postizanju pravilnog toka informacija, gdje kompleksne organizacije trebaju podržati osobni kontakt i određene komunikacijske obrasce među sudionicima, a s druge strane inkorporirati jasno utemeljene i promišljene mehanizme za prijenos informacija među grupama s niskim stupnjem osobnog kontakta. Praćenje informacija do vrlo sitnih detalja (primjerice eksperimentalno prilikom grupnih sastanaka) je ujedno neizvedivo i nepotrebno. Potrebno je shvatiti *koje* informacije i znanja i *kome* treba prenijeti u grupnim sastancima pri konstruiranju i time izbjegavati potencijalne nesporazume i zastoje u projektu [1]. Cilj je putem ovih radnji minimizirati vrijeme razvoja i potencijalni rizik i optimizirati ostale aspekte pri konstruiranju. Prikazat će se pregledna tablica učestalih problema i mogućih nejasnih situacija u ovisnosti o kontekstu, kao i okruženje koje dovodi do nastanka takvih problema.

Tablica 2. Grupacija ključnih problema u kompleksnim sustavima [1]

Neshvaćanje cjelokupne slike	Nesvjesnost o svim zadacima koji se trebaju izvršiti	Koncentracija je na vodećim glavnim zadacima, a prividno nevažni zadaci se nerijetko zanemaruju. Upravo oni mogu imati iznimno važan utjecaj na proces u cjelini.
	Nesvjesnost o povijesti informacija	Upitno je odakle dolaze informacije poput specifikacija i vrijednosti parametara. Ne poznaje se tko i zašto stoji iza pojedinih odluka, što otežava daljnji rad. Praćenje informacija nailazi na brojne organizacijske barijere.
	Nesvjesnost o promjenama	Često se promjene u procesima ne prenose ostalim sudionicima, čime njihove aktivnosti tada nisu u skladu s aktualnim stanjem.
Nedovoljna opskrba informacijama	Nedostatak povratnih informacija	Nema spoznaje o daljnjem korištenju prenesene informacije pa komunikacija ne teče pravilno, a članovi tima ne mogu poboljšati svoju izvedbu jer nemaju temelj.
	Nedostatak znanja o statusu informacija	Članovi tima često ne mogu pojmiti značenje informacija koje prime, kao npr. da li je neka vrijednost konačna ili pretpostavljena.

	Struktura ponekad isključuje različita motrišta	Ugovoritelji i dobavljači su često isključeni iz procesa donošenja odluka, što zbog nepripadanja hijerarhiji tvrtke, a što zbog povjerljivosti određenih projekata. Ipak, njihovi su zadaci ponekad usko povezani upravo sa tim odlukama.
Distorzija informacija	Informacije su previše pojednostavljene	Pojednostavljenje radi smanjenja kompleksnosti ne bi smjelo izostaviti važne detalje.
	„Pokvareni telefon“	Informacije koje se prenose preko drugih osoba su vrlo podložne distorziji.
	Hijerarhijski putevi komunikacije	Hijerarhija u ovom kontekstu predstavlja barijeru, obzirom da je nekad potrebno jednu informaciju prenositi putem nekoliko osoba na različitim pozicijama, a time je smanjena vjerojatnost njenog uspješnog prijenosa.
	Nivo stručnosti	Katkada članovi koji prenose informacije nemaju potrebno i zadovoljavajuće tehničko znanje.
Nesigurnost i dvosmislenost	Privremena i slijepa rješenja	Konstruktori donose odluke bez konkretnog znanja o posljedicama, dakle, slaba je predodžba cjelokupne slike.
	Dvosmislenost	Nedovoljno dobre prezentacije će rezultirati poteškoćama u shvaćanju i daljnjoj razradi. Upravo iz tog razloga, postojeće i buduće metodologije i računalni sistemi za upravljanje procesima veliku pozornost trebaju posvetiti bilježenju <i>obrazloženja</i> donošenja pojedinih odluka, kako bi se u što većoj mjeri izbjegle navedene komplikacije.

2.4. Preporuke unaprjeđenju komunikacije u konstruiranju

Na temelju literature [4] zabilježene su brojne preporuke s ciljem unaprjeđenja komunikacije unutar i među konstrukcijskim timovima. Analizirani članak razmatra 24 različita faktora, kao npr. dostupnost informacija o specifikacijama proizvoda, uloge i odgovornosti ili pregled slijeda izvođenja različitih zadataka, a sve na temelju različitih članaka iz područja konstruiranja, znanosti upravljanja, sociologije i psihologije. Kao rezultat, izvršava se kategorizacija u četiri grupe faktora koji utječu na komunikaciju (informacije, individua, tim, organizacija), a zatim se unutar svake kategorije vrši raspodjela na ostale različite faktore:

Tablica 3. Preporuke unaprjeđenju komunikacije pri konstruiranju [4]

Kategorija	INFORMACIJE
Stavka	Dostupnost informacija o specifikacijama proizvoda
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pomicati napore u rane faze projekta ▪ Prikupljati zahtjeve pažljivo i temeljito ▪ Sažeti informacije iz različitih odjela ▪ Osigurati dobro prenošenje informacija, osobito u inicijalnim fazama projekta ▪ Kreirati nekoliko specifikacijskih lista; jednu službenu i jednu internu (strožih mjera) ▪ Osigurati provjeru planova i povratne informacije na svim razinama razvoja ▪ Posvetiti pažnju pravilnoj prezentaciji informacija ▪ Koristiti sistematske i strukturne pristupe s ciljem osiguranja širokog opsega specifikacija proizvoda ▪ Identificirati prioritete putem procjene rizika i analize ograničenja ▪ Koristiti računalom podržane komunikacijske mreže ▪ Izvoditi konstrukcijske preglede već u najranijim fazama razvoja
Stavka	Dostupnost informacija o konkurenciji
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dijeliti informacije već u najranijim fazama razvoja
Stavka	Dostupnost informacija o organizaciji
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uspostaviti standardiziranu terminologiju za komunikaciju unutar tvrtke ▪ Koristiti samo terminologiju koja je prihvaćena od strane svih sudjelujućih stranaka

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potvrditi valjanost pitanja i komentara ▪ Odgovarati na pitanja u jednostavnoj i izravnoj namjeri ▪ Izbjegavati arogantnost i pretjerano samopouzdanje u vlastitom djelovanju. Istaknuti pretpostavke i nesigurnosti, kao i vlastita ograničenja u znanju
Stavka	Dostupnost informacija o procedurama u tvrtki
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Koristiti sofisticirane alate za dijeljenje znanja ▪ Konstantno pojačavati dijeljenje informacija
Kategorija	INDIVIDUA
Stavka	Pregled slijeda izvođenja zadataka u procesu konstruiranja
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uvesti efikasne alate za modeliranje procesa
Stavka	Potrebno znanje
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificirati i po prioritetima organizirati potrebe u kontekstu znanja
Stavka	Najbolja iskoristivost mogućnosti
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Odabrati članove tima za vještine i potencijal vještina ▪ Održavati performanse, znanja, vještine, iskustvo, interese zaposlenika i osobne karakteristike u banci podataka ▪ Održavati prijateljsku atmosferu ▪ Ohrabrivati članove tima
Stavka	Autonomija izvođenja zadataka
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne ulaziti u procese rješavanja problema inženjerskog tima ▪ Olakšavati radije nego upravljati; pomagati zaposlenicima da upravljaju samostalno ▪ Iznositi svoja očekivanja jasno ▪ Promijeniti kulturu tvrtke radije nego zasebne rasporede ▪ Nagrađivati za rezultate, a ne za vrijeme provedeno u radu
Stavka	Edukacija i obuka
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uključiti poslovne i životne aspekte u edukaciju i obuku ▪ Iskorištavati snagu pozitivnih povratnih informacija, prepoznavanja i nagrađivanja ▪ Kreirati plan obuke ▪ Slijediti cikluse obuke i ponavljati ih regularno

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Učiniti edukaciju i obuku standardnim aktivnostima
Stavka	Uloge i odgovornosti
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dati jasne opise poslova i očekivanja određenih uloga ▪ Razmotriti kvantitativnu reprezentaciju karakteristika članova tima ▪ Komunicirati s objektima vrlo jasno ▪ Ne podcjenjivati mogućnost mijenjanja osoblja – fokusirati se više na obuku i razvojne aktivnosti
Kategorija	TIM
Stavka	Naučene lekcije
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Omogućiti pouzdane i brze povratne informacije ▪ Upamtiti da učenje funkcionira najbolje uz ohrabrenja i pohvale ▪ Formirati praktične zajednice
Stavka	Kolaboracija
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zapošljavati adekvatne ljude ▪ Omogućiti ispravnu strukturu posla ▪ Suočavati se sa neuspjehom optimistično ▪ Iskazivati zahvalnost ▪ Iskazivati privrženost odnosima ▪ Ponašati se uzorno uz prakticiranje mentorstva i podučavanja ▪ Razumjeti jasnost uloga i dvosmislenost zadataka ▪ Postaviti jasna pravila ponašanja ▪ Implementirati rotaciju poslova ▪ Koristiti povratne informacije kroz 360 stupnjeva ▪ Konstantno procjenjivati vrijednosti kreirane kolaboracijom ▪ Ne podcjenjivati cijenu kolaboracije
Stavka	Razmatranje pri konstruiranju
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Izvoditi preglede pri konstruiranju, osobito u specifikacijskoj fazi ▪ Definirati specifične ciljeve ▪ Postaviti konkretne vrijednosti i mjere za željene ciljeve ▪ Koristiti niz dogovorenih simbola i termina za obilježavanje pri konstruiranju
Stavka	Učestali ciljevi
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ojačavati organizacijske vrijednosti na konstantnoj bazi ▪ Težiti promjeni ponašanja, a ne samo razmišljanja

Stavka	Najbolja praksa
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pravilno bilježiti znanja ▪ Osigurati smjernice u procesu, alate koji omogućuju kolaboraciju, sakupljati podatke o procesu i institucionalizirati disciplinirano razmišljanje ▪ Koristiti cjelokupni pregled iskusnih konstruktora ▪ Poticati formalne interakcije u obliku sastanaka ▪ Koordinirati manje iskusne zaposlenike putem korištenja propisanih planova ▪ Osigurati da upravitelji i konstruktori imaju pregled čitavog konstrukcijskog projekta ▪ Koristiti praktično najbolje slučajeve iz drugih odjela tvrtke, kao i prijašnjih inovativnih projekata ▪ Slijediti cikluse obuke i ponavljati ih regularno ▪ Učiniti edukaciju i obuku standardnim aktivnostima
Stavka	Identitet tima
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Shvatiti da bi ljudi trebali imati slične načine rješavanja problema ▪ Uspostaviti hitnost, zahtjevajući standarde u performansama te usmjerenje ▪ Posvetiti posebnu pažnju prvim sastancima i radnjama ▪ Provoditi mnogo vremena zajedno
Kategorija	ORGANIZACIJA
Stavka	Aktivnosti u sučeljavanju s ostalim strankama
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tražiti informacije unutar tvrtke/organizacije; članovi tima bi trebali pokušati rješavati probleme kroz horizontalnu komunikaciju radije nego kroz upravljanje ▪ Zaposliti ekspertnu treću stranku tijekom prvih sastanaka s ciljem koordinacije problematike u komunikaciji ▪ Svi bi trebali imati slobodu komuniciranja sa bilo kime. Mora biti sigurno za svakoga da iznosi svoje ideje. ▪ Ulagati u ukrsnute poveznice i poticati mobilizaciju organizacijskih resursa
Stavka	Korištenje procedura
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zaposliti inženjere sa visokom razinom iskustva u projektima

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uspostaviti visoke razine vremenskog pritiska i opsežnu upravljačku podršku
Stavka	Hijerarhije
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prepoznati da čitav sustav podrške mora biti dobro uspostavljen kako bi pratio performanse tima ▪ Preuzeti stil upravljanja koji je više kolegijalan nego nadzoran ▪ Dijeliti informacije, nalagati odgovornost i poticati uzlaznu i horizontalnu komunikaciju
Stavka	Rukovanje tehničkim konfliktima
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Održavati razinu konzistentnosti parametara i omogućiti semantiku neovisnu o kontekstu i čitaocu ▪ Koristiti razgovore licem u lice za rješavanje konflikata osobnih aspekata u grupnome radu ▪ Pristupati konfliktima proaktivno
Stavka	Generiranje inovativnih ideja
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kreirati atmosferu gdje su ljudi nagrađivani za svoj doprinos ideja ▪ Kreirati psihološku privrženost organizaciji ▪ Ne izražavati nepovjerenje radnoj snazi ▪ Koristiti brainstorming sjednice ▪ Dijeliti samo najneobičnije ideje, umjesto izlagati ljudima one najučestalije ▪ Kreirati spremnik ideja iz kojega se iste povlače ▪ Ne dominirati procesom rješavanja problema
Stavka	Uzajamno povjerenje
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neka osobne preference i pretpostavke članova tima budu eksplicitne ▪ Poboljšavati povjerenje u vidu eliminacije negativnih emocija i praćenja stavki koje su pošle po krivu ▪ Prakticirati ponašanje koje nije u prijetećoj konotaciji s ciljem poticanja pozitivnih emocija ▪ Iskazivati brigu za strah i prijetnje koje kolege mogu iskusiti ▪ Koristiti blisku komunikaciju kako bi se omogućila svrsishodna i snažna kooperacija ▪ Izražavati autentičnost prilikom gradnje snažnog povjerenja u odnosima

Stavka	Primjena vizija i vrijednosti
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Komunicirati s mnoštvom osoba ▪ Prenositi vizije i vrijednosti autentično
Stavka	Transparentnost donošenja odluka
Preporuke	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dati zaposlenicima osjećaj sudjelovanja u procesu donošenja odluka ▪ Identificirati i prioritizirati odluke koje se moraju donijeti ▪ Slijediti jasne smjernice kroz proces donošenja odluka ▪ Posjedovati jasno razumijevanje problema ▪ Istražiti faktore uključene u svaku odluku ▪ Razviti niz objektivnih kriterija ▪ Kreirati kontekst (uloge, procesi, sustavi i ponašanje) sa svrhom donošenja povoljnijih odluka ▪ Procijeniti alternativne odluke ▪ Institucionalizirati novi pristup kroz obuku, pročišćenu analizu podataka i procjenu ishoda

Zaključno, uz navedene preporuke, važno je istaći i kako postoji generalni konsenzus o autonomiji u kontekstu inženjerskog posla (konstruiranja). Mišljenja su podijeljena; pitanje je da li ostaviti što je više moguće fleksibilnosti i autonomije u kreiranju vlastitog posla (inženjera) ili promovirati poticajne sheme za kontrolu ishoda. Generalni konsenzus nalaže kako što više autonomije inženjer posjeduje, bolji su kreativni ishodi. Naglasak je na poimanju osjećaja zajedništva tj. stvaranju identiteta tima. Esencijalnom stavkom timskog rada smatra se upravo kolaboracija; zaposlenicima moraju biti dane potrebne vještine potrebne za kolaboraciju kao i povratne informacije, mentorstvo i učenje (tim lider ovdje mora biti uzor i također kolaborirati). Što se tiče dvosmislenosti u kontekstu konstruiranja, preporuča se korištenje dogovorenog načina označavanja prilikom određenih radnji. Također, potiče se učestalo sudjelovanje u poticajnim razgovorima i konstantno ojačavanje vrijednosti s ciljem promjene ponašanja i stavova zaposlenika. Nadalje, preporuča se proaktivno prikupljanje informacija, kao i direktna, horizontalna komunikacija radije nego upravljanje u stilu odozgo prema dolje. Proaktivno treba pristupati i tehničkim konfliktima te održavati konzistentnost tehničkih parametara što je dulje moguće. Kod donošenja odluka, važno je jasno razumjeti svu problematiku i faktore uključene u donošenje odluka te razviti objektivne kriterije. S druge strane, preporuke dolaze s ponekim implikacijama. Njihova primjena zahtjeva trud, a ujedno i donosi benefit. Primjerice, izvođenje procjene rizika zahtjeva trud (prikupljanje dodatnih informacija). Taj proces također troši vrijeme i resurse, a benefit se javlja u vidu boljeg ishoda, izbjegavanja nesigurnosti kao i razvoja sposobnosti i produktivnosti inženjera, a time i

porast intelektualnog kapitala. Važno je sustavno prilagoditi i optimalnim tempom i načinom uvesti određene promjene tako da se na minimum svede terećenje temeljnih stavki i procesa, odnosno, da učinkovitost procesa ostane najviša moguća.

2.5. Istraživanje o komuniciranju u postojećoj industriji

Rezultati empirijske studije o komunikaciji u više od dvadeset britanskih, njemačkih i talijanskih šivaćih kompanija mogu izvrsno poslužiti za predodžbu realnih situacija koje nastaju pri dizajniranju/konstruiranju [5]. Postavlja se pitanje kako obrasci interakcije i sredstva kojima se ideje prenose utječu na uspješnost razvojnog procesa. Također, govori se o računalnoj podršci kolaborativnom kreiranju koji može olakšati postojeće probleme. Primjer je pogodan kontekstu rada, jer su karakteristike ove industrije vrlo slične inženjerskom kontekstu i konstruiranju. Poveznicu između ova dva područja također čine i tehnička ograničenja sa estetskim (ergonomskim) razmatranjima i svojstvima materijala. Razlučuju se dizajneri (konstruktori) i tehničari (izvođači) te se promatra linearna konotacija u ovakvim procesima: ključni komunikacijski čin je predaja specifikacija (proizvoda) nekom drugom članu tima (koji najčešće nije u blizini).

Komunikacijski scenariji

Interakcije među dizajnerima (konstruktorima) se razlikuju po barem jednoj od slijedećih dimenzija:

- Vrijeme: sinkrono – asinkrono
- Lokacija: zajednička – udaljena
- Rješavanje problema: odvojeno – zajedničko
- Vještine: dijeljene vještine – dopunske vještine
- Hijerarhija: jednaka značajnost svih zadataka članova – zadatak pojedinog člana je podređen zadacima drugog

Dva su ključna faktora u razumijevanju funkcioniranja komunikacije u datome kontekstu: opseg dijeljenja vještina i okoline i raspon petlje povratnih informacija. Kada je riječ o komunikaciji licem u lice, nerazumijevanje i pogreške se mogu brzo eliminirati jer se govorom, gestama i skicama mogu bolje objasniti tražene informacije i time ukloniti dvosmislenost.

Još uvijek rasprostranjen i uvažen način izvođenja razvojnih procesa je sekvencijalni 'over-the-wall' pristup. Ovdje je riječ o serijskom nizu gdje postoji primopredaja zadataka u projektu između različitih odjela koji nerijetko zahtjeva povratak unatrag i čini ovaj proces sporim i podložnim problemima. Dakle, koncentracija je na odjelima, a ne na projektima, što se smatra lošim.

U kontrast tome, danas je široko prihvaćen pristup istovremenog dizajniranja (konstruiranja) u kojemu u određenom timu postoje članovi s različitim ulogama, ali se donošenje odluka temelji na pregovorenom kompromisu između različitih članova odgovornih za različite aspekte procesa

razvoja. Objekt istovremenog (podudarnog) pristupa procesu je razmotriti sve važne faktore rano u procesu razvoja, eliminirati pogreške i sadržavati grupnu lojalnost koja se orijentira projektima, a ne odjelima tvrtke. Daje se i vrlo zoran prikaz cikličkog modela kolaboracije u konstrukcijskim timovima:

1. Zajedničko među-konstruiranje s ciljem planiranja procesa konstruiranja
2. Zajedničko pregovaranje
3. Paralelne odvojene aktivnosti
4. Zajednička evaluacija novog stanja dizajna (konstrukcije)

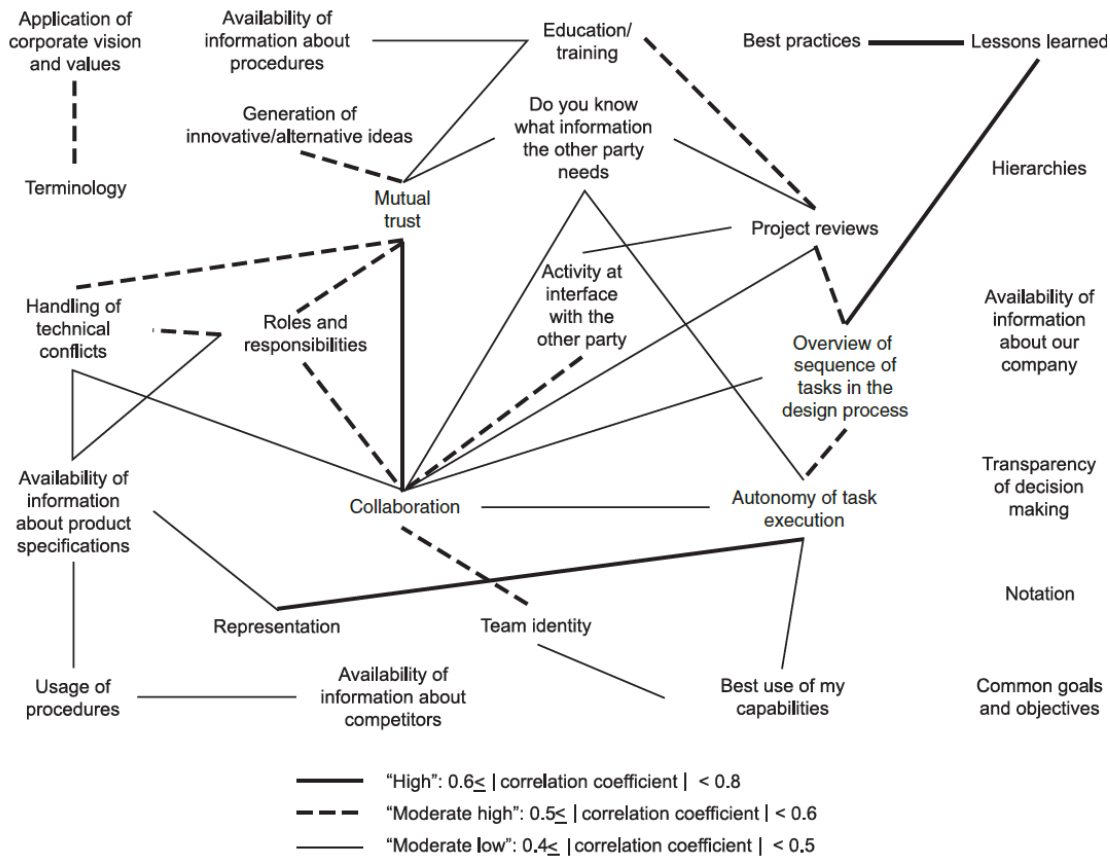
U komunikaciji sve više raste oslanjanje na dokumente bez interaktivnih diskusija. Dakle, tvrtke posjeduju dvojnu potrebu za efikasnim bilježenjem informacija: kako bi generirali čiste i jasne specifikacije koje ne zahtijevaju interaktivno objašnjavanje i omogućavanje konstruktorima ponovno korištenje i adaptaciju prethodnih poslova za poslove u budućnosti.

Poblemi u komunikaciji u proučavanoj okolini nastaju uslijed interpretacije netočnih, nepotpunih i nekonzistentnih specifikacija između dizajnera (konstruktor) i tehničara (izvođača). Ti problemi se djelomično mogu savladati kompjutorskim programom koji pomaže konstruktorima pri kreiranju kompletnih i točnih specifikacija brzo, a ujedno im omogućuje i brzo dobivanje tehničkih povratnih informacija. Cilj je dakle kreirati sustav koji će objediniti sve potrebne specifikacije i koji će omogućavati vizualan pregled, ali i mogućnost dorade i uređivanja održavajući konzistentnost. Takav sustav podrške treba ispuniti slijedeće zahtjeve:

- Konstruiranje kreće od glavnih specifikacija poput oblika i izmjera
- Konstrukcije se lako mogu uređivati direktnom manipulacijom elemenata ili mijenjanjem vrijednosti pojedinih parametara, tako da korisnik može mijenjati moguća rješenja
- Sustav ističe i mijenja nekonzistentne ulazne izmjere i vrijednosti
- Sustav dopušta jednostavno korištenje u vidu kompletiranja potrebnih vrijednosti
- Sustav održava ograničenja domene
- Sustav je prilagodljiv individualnim stilovima kompanija

2.6. Faktori koji utječu na komunikaciju u razvoju proizvoda

U obrađenoj studiji na temelju intervjuiranja inženjera, menadžera i timova prikazuje se mreža faktora koji utječu na komunikaciju. Upravo ti faktori mogu poslužiti u boljem shvaćanju ovog kompleksnog sustava i pomoći pri modeliranju alata za podršku komunikaciji [6].



Slika 4. Mreža svih korelacijskih koeficijenata u istraživanju

Rezultati istraživanja ističu četiri glavne varijable koje su pokazale najviše korelacija s ostalim varijablama i time preuzele svojstvo jezgrenih ili temeljnih varijabli u komunikaciji. To su:

- Kolaboracija
- Uzajamno povjerenje
- Pregled slijeda izvođenja zadataka u razvojnem procesu
- Autonomija izvođenja zadataka

Kao što je prikazano u članku, važno je uočiti grupe faktora koji se javljaju u određenim situacijama i na određenim razinama i uočiti njihovu međusobnu povezanost; mijenjanje statusa pojedinog faktora može imati značajan utjecaj na velik broj ostalih faktora ukoliko je razina njihove povezanosti visoka. Također, mijenjanje jednog faktora koji se javlja u više ciklusa procesa može imati neplanirane efekte na faktore koji nisu direktno povezani s istim. Pretpostavka je kako mreža faktora koji utječu na komunikaciju nije centralizirana, već da postoji kao rezultat

istovremenih lokaliziranih radnji. Takve se mreže uobičajeno modeliraju kao višestruki čvorovi u kojemu svaki čvor predstavlja varijablu stanja sa određenom vrijednošću. Potrebno je postaviti pitanja jesu li utjecaji na komunikaciju linearni ili nelinearni te simetrični ili asimetrični. Jasno je kako se odmakom od linearnosti i simetričnosti komunikacija uvelike komplicira, a time i otežava njeno proučavanje i donošenje daljnjih zaključaka, za koje bi se, kao što je navedeno u članku, trebalo provesti još mnogo istraživanja, intervjuiranja, promatranja i opsežnog pregleda literature. Zaključno, kompleksnost i različitost uzročnih obrazaca pokazuju kako nije moguće pratiti sve uzročne obrasce povezane s faktorima koji utječu na komunikaciju, što se da i logički zaključiti.

2.7. Pogled iz perspektive organizacijskog učenja i utjecaj informacija o tržištu pri razvoju novog proizvoda

Unatoč činjenici da vrlo važnu ulogu u razvoju proizvoda igra upravo znanje o tržištu, većina tvrtki ne uspijeva uvrstiti alate za prikupljanje, razvrstavanje i korištenje informacija o tržištu u svoju svakodnevnu rutinu. Korisne informacije pruža studija u kojoj se proučava 40 različitih oblika ulaganja truda kroz razvoj novog proizvoda u 15 velikih kompanija [7]. Cilj studije je identificirati procese kroz koje organizacijske barijere u tvrtki ometaju učenje o tržištu, razviti specifične ideje za stručnjake u razvoju novih proizvoda i istima omogućiti efikasnije savladavanje prepreka te formirati prijedloge sa svrhom unaprjeđenja alata za praćenje tržišta. Razmatrane su tri prepreke organizacijskom učenju: izbjegavanje dvosmislenosti, odijeljeno razmišljanje (u smislu različitih odjela tvrtke) i inercija. Problemi nastaju zbog fokusa pojedinih ljudi na vlastite ciljeve i interese, koji su najčešće ograničeni, fokusirani na određeni odjel i ne ispunjuju zahtjeve cjelokupnog projekta. Dakle, prisutno je održavanje *statusa quo* radije nego prilagodba namjera i radnji kapitalizaciji u opsegu učenja o tržištu. Menadžeri moraju omogućiti timovima razvoj bogatih i živopisnih informacija o tržištu, poticati nove rutine i prakse i promovirati povjerenje.

Nakon izvršenog prikupljanja informacija o tržištu uočila se pojava spomenutih prepreka (oslanjanje na prošle i uhodane metode koje najčešće ne odgovaraju potrebnim zahtjevima i povoljnim ishodima) te se došlo do zaključka kako organizacije ipak preferiraju precizne i jednostavne informacije.

Kako bi prikupljene informacije bile korisne, važno ih je brzo i efikasno dijeliti s relevantnim osobama, što podrazumijeva pozicije različitih funkcija, faza razvojnog procesa kao i organizacijskih i geografskih granica. Difuzija informacija se može odvijati formalno putem strukturiranih sredstava poput prezentacija, sastanaka, baza podataka i sl. te neformalno putem međusobnih interakcija i edukacija na razini tima. No, distribucija informacija nije dovoljna. Prije njihove uporabe, one se moraju klasificirati, sortirati i pojednostaviti u koherentne šablone, odnosno potrebno ih je učiniti smislenima. Također, kako bi se izbjeglo odijeljeno razmišljanje, a time i diferencijacija interpretacija i neshvaćanje u komunikaciji, naglasak je na formiranju dijeljenih mentalnih modela koji će prevladati prepreke i granice i time djelovati sveobuhvatno i na zajedničkoj razini, a ne odijeljeno u svrhu zasebnih i odvojenih ciljeva.

2.8. Integracija znanja u kolaborativnim okruženjima pri razvoju proizvoda

Slijedeća studija daje pregled načina na koji akteri kreiraju dijeljeno shvaćanje o novome, kada je riječ o razvoju novog proizvoda i faktore koji utječu na isti [8]. Obzirom da sve veća kompleksnost proizvoda zahtjeva znanje i vještine iz različitih područja, u kolaborativnim okruženjima je potrebno stvoriti takvu atmosferu koja prevenira nesigurnosti postavljanjem fokusa na integraciju znanja umjesto na prijenos znanja. Važno je pojmiti doprinos svakog od aktera, što je u skladu s istraživanjima o komunikaciji u konstruiranju, koja pak govori kako je kvaliteta projekta razvoja novog proizvoda u kolaborativnoj sredini ovisna o procesu kreiranja dijeljenog shvaćanja. Smatra se kako su akteri kreirali dijeljeno shvaćanje ukoliko su dostigli kognitivni konsenzus, koji se odnosi na sličnost konceptualizacije ključnih problema među akterima u procesu razvoja.

Metoda istraživanja ove studije naziva se metoda učenja kroz povijest. Budući da je metoda temeljena na prijenosu priča, za njih se smatra kako kreiraju i pospješuju vezu između različitih događaja. U radu je urađeno kodiranje prepreki i solucija sijedivši tri organizacijske razine: akter, projekt i razina tvrtke. Zatim su se kroz određene aktivnosti proučavali kolaboracijski mehanizmi, koji su se zatim formirali u grupacije prema sličnosti.

Tablica 4. Faktori koji utječu na učinkovitost razvoja novog proizvoda u određenim razinama

Razina	Faktor(i)
Akter	<ul style="list-style-type: none"> Jednakost jezika koji se koristi među akterima Sposobnost aktera da transformira znanje
Projekt	<ul style="list-style-type: none"> Učinkovitost obrade informacija Kvaliteta projektne dokumentacije
Tvrtka	<ul style="list-style-type: none"> Dodjela zadataka i odgovornosti

Tablica 5. Potrebno znanje u ovisnosti o tipu sučelja razvojnog tima

Tip sučelja	Znanje koje je potrebno integrirati
Sučelja s vanjskim svijetom	<ul style="list-style-type: none"> Generalno znanje o dijelovima koji su konstruirani Proceduralno znanje o načinu na koji treba koristiti razvijeni sustav

Sučelja između razvojnog tima i organizacije	<ul style="list-style-type: none">▪ Proceduralno znanje o međuovisnosti zadataka i odgovornosti
Sučelja unutar razvojnog tima koji se bave regularnim aspektima u razvoju novog proizvoda	<ul style="list-style-type: none">▪ Detaljno znanje o svačijem zadatku i procesima
Sučelja unutar razvojnog tima koji se bave inovativnim aspektima u razvoju novog proizvoda	

2.9. Semantički pristup proučavanju komunikacije konstrukcijskog tima

U analiziranom članku se predstavlja metoda za izučavanje komunikacije u konstrukcijskim timovima koja omogućuje izravno mjerenje akumuliranja znanja [9]. Koristeći analize jezično utemeljene komunikacije, dolazi se do hipoteze kako sličnost u korištenju jezika može premostiti indirektne relacije među komponentama znanja pohranjenim u umu svakog od konstruktora. U članku je napomenuto kako se način na koji je komunikacija strukturirana kroz vrijeme računa pri transformaciji predodžbi konstruiranog artefakta iz individualnog objektnog svijeta u dijeljeni svijet. Mehanizam ekspresije potrebnog znanja je upravo jezična komunikacija, uz dijagrame, vizualne modele i dr.

Rezultati istraživanja su pokazali pozitivnu korelaciju između pozitivnih ishoda i varijacija u tekstualnoj koherenciji između faza konstruiranja. Drugim riječima, pokazalo se kako je pojava rastuće tekstualne koherencije sa ciklusima divergencije poželjna, kao i iterativno širenje i sužavanje mogućnosti pri konstruiranju i iterativno konvergiranje interesa i konflikata prema nizu dijeljenih dogovora. Također, zaključuje se kako su konstruktivni razgovori bili oni u kojima su komponente znanja individualnih konstruktora povećavale i ojačavale koherentne diskusije, a koje rezultiraju pozitivnim konstrukcijskim ishodima. Značajno bi također bilo postaviti težište koncepta proizvoda kao socijalno prihvaćenu predodžbu konstruiranog proizvoda, a zatim ju umetnuti u drugu strukturu jezika. Time bi se mogao postići potreban nivo apstrakcije za opis proizvoda i prikazanim semantičkim pristupom kao skalabilnim mehanizmom ispitivati kognitivne aktivnosti u konstruiranju, koje bi u konačnici dovele do poboljšanja i boljeg poznavanja komunikacije kao takve.

2.10. Komunikacijski zahtjevi u internacionalnim inovativnim timovima

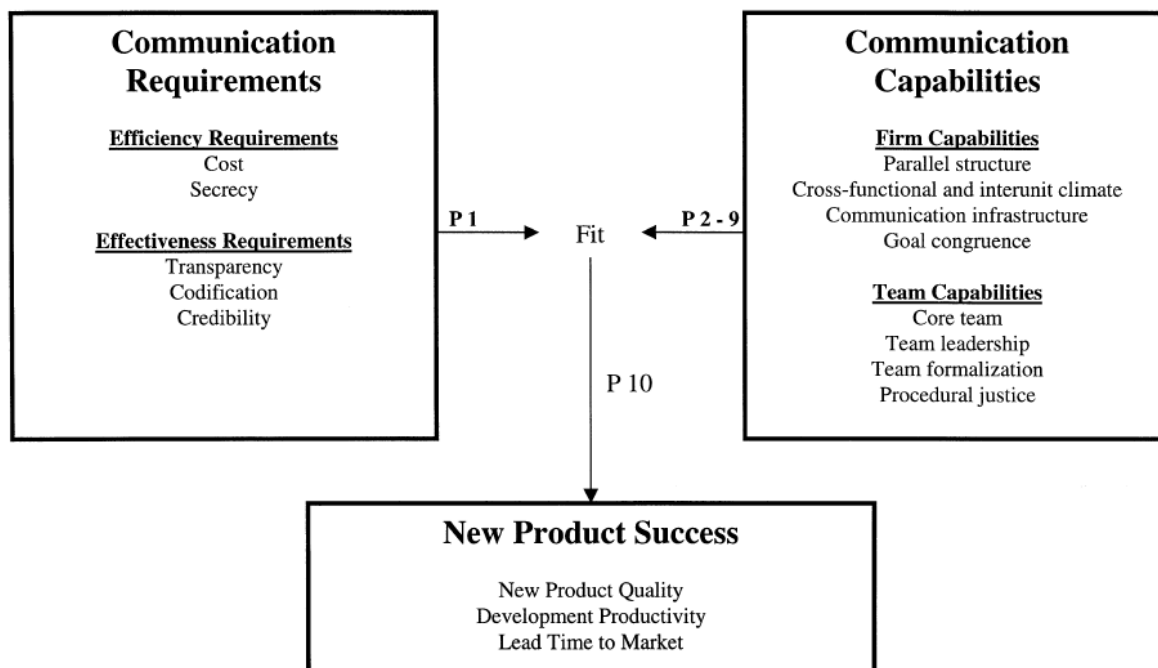
U idućem članku se na temelju istraživačke studije kroz četiri analize slučaja i pregleda literature predlaže grubi model za komunikacijske zahtjeve na koji se mora uputiti pri upravljanju komunikacijskim tokovima u internacionalnim razvojnim timovima te koje su komunikacijske sposobnosti (mehanizmi sučelja) uz pomoć kojih bi se poboljšala efikasnost i učinkovitost novog proizvoda. Predloženo je pet zahtjeva koji određuju svojstva takve komunikacije [9]:

- Transparentnost umreženosti
- Kodifikacija znanja
- Vjerodostojnost znanja
- Trošak komunikacije
- Tajnost

Kako bi se tvrtke uspješno nosile sa ovim zahtjevima, predlaže se kreiranje paralelnih struktura, unakrsno funkcionalnih i međuodjelnih klima, komunikacijske infrastrukture ili strukture temeljene na podudaranju ciljeva. Nadalje, smatra se da kako bi inovativna tvrtka sa svrhom napretka u djelotvornosti svojih inovacija trebala balansirati između centralizacije i decentralizacije, pogotovo ako je riječ i o internacionalnoj povezanosti.

Neki od zaključaka vezano uz komunikacijske zahtjeve ističu da:

- Komunikacijski zahtjevi u novom internacionalnom razvojnom timu obuhvaćaju ujedno i zahtjeve na djelotvornost (u vidu maksimiziranja transparentnosti mreže, kodifikacije znanja i vjerodostojnosti znanja) te zahtjeve na učinkovitost (uzimajući u obzir zahtjeve na učinkovitost, minimizacija troškova komunikacije i maksimizacija tajnosti).
- Zahtjevi navedeni u prijedlogu 1. mogu biti ispunjeni prisvajanjem paralelnih struktura. Zaključeno je kako je u fazi razvoja proizvoda u kojemu se inovativni projekt strukturira i formalizira (*fuzzy front-end*) poreban neformalan i decentraliziran pristup. Upravo je jedna od vrijednosti prisvajanja paralelnih struktura činjenica da se uključivanjem stranaka koje pripadaju raznovrsnim funkcijama i jedinicama stvara predanost projektu i unakrsno funkcionalna harmonija.
- Kada je riječ o komunikacijskim tokovima s vanjskom okolinom, jasna je kompliciranost njihovog upravljanja. Zahtjeva se minimalizacija troškova pri takvim komunikacijama, sprečavanje „curenja“ informacija i kreiranje transparentne komunikacijske mreže. Zahtjev je i na bogatim, međuosobnim komunikacijskim kanalima.



Slika 5. Komunikacijski tokovi u internacionalnim razvojnim timovima; prijedlog rješenja [10]

2.11. O modeliranju sustava i upravljanju informacijama

Iako postoje brojne pogodnosti koje implementacija strategije modeliranja sustava u inženjerstvu sustava (eng. *Systems modeling*) donosi (ekonomske, tehničke, organizacijske i proceduralne), takav princip i dalje nije široko prihvaćen među konstruktorima. Razlozi su nespremnost na korištenje dodatnih (većinom kompliciranih) alata i zahtjevnost samog modeliranja.

Kao što je već poznato, proces razvoja proizvoda prati neupravljivo velik broj međuovisnosti. Upravo znanje o tim međuovisnostima vodi boljoj transparentnosti promjena i dopušta bolju procjenu utjecaja koji dolaze s tim promjenama.

U inženjerstvu sustava, jedan od središnjih aspekata je mogućnost praćenja međuovisnosti, odnosno mogućnost opisivanja, bilježenja i praćenja međuovisnosti artefakata kroz čitav razvojni proces. Prema [11], ta međuovisnost bi trebala pružiti informacije poput:

- Kakav tip informacija se bilježi
- Tko je kreirao ili mijenjao artefakt
- Odakle informacija dolazi
- Kako je informacija opisana
- Kada je artefakt kreiran ili promijenjen
- Zašto je artefakt kreiran ili promijenjen

Pravilnim upravljanjem opisanim informacijama uviđaju se prednosti poput lakše identifikacije i verifikacije utjecaja uslijed promjena, poboljšanja u komunikaciji, bilježenju promjena i sl.

Informacije o međuovisnostima u modelu se mogu ograničiti na čisto kvantitativni karakter, ali mogu istovremeno imati i kvalitativni karakter. Naglasak je na velikome naporu uloženom u modeliranje. Neuspješnost trenutnih pristupa modeliranju većinom je izazvana neproporcionalnošću napora uložених u modeliranje. Noviji pristup bi morao izbjeći propuste nudeći funkcionalnost koja zahtjeva nisku razinu napora i jednostavnu upravljivost.

Nadalje, obzirom da je kontekst razrade upravo konstruiranje i razvoj proizvoda, ono je najčešće popraćeno i CAD sustavima. Također, u određenim organizacijama postoje i implementirani PLM/PDM sustavi. U obrađenom članku navodi se kako se spajanjem PDM i CAD sustava može upravljati određenim parametrima u konstruiranju bez redundantnosti i u korak s vremenom, dok se promjene drže transparentnima. Ovdje se ističu ključne informacije:

- Ime, ID i oblik komponente sustava
- Kreator i urednik
- Kontekst primjene (serija, modul, sklop)

- (Parametarska) geometrija
- Uređivanje, distribucija i promjene
- Varijante i verzije

2.12. Planiranje procesa razvoja

U promatranoj studiji [12] proučava se planiranje procesa razvoja kroz intervju i promatranja konstruktora i menadžera. Radi se o mnoštvu različitih jedinica u planiranju koje u pravilu nisu samostalne i mogu se poprilično jednostavno prevesti iz jedne forme u drugu. Ipak, vrijedi ih proučavati odvojeno jer one odražavaju načine razmišljanja ljudi uključenih u proces prilikom planiranja u različitim fazama projekta. Ova stavka je interesantna i iz komunikacijske perspektive.

Jedinice procesa

Mogu se razlučiti tri tipa jedinica: vrijeme, resursi i aktivnosti. U njihovoj kombinaciji nastaju forme poput:

- Proceduralne ključne točke – obično 6-10 ključnih točaka od kojih svaka ima listu zahtjeva koju je potrebno ispuniti i dokumente koje je potrebno kreirati
- Vodeće vrijeme (rokovi)
- Zadaci za dobavljače i izvođače – grupiranje zadataka koji zahtjevaju interakciju
- Testni rasporedi – jedna od vodećih stavki, obzirom da je cilj certificirati novi proizvod. Ovu stavku je važno pravilno smjestiti unutar vremenske domene.
- Resursi – znanje o dostupnome
- Aktivnosti (uključuju i vrijeme razvoja) – za detaljno planiranje procesa na visokoj razini

Jedinice proizvoda

- Cijena (uključujući vrijeme razvoja)
- Lista materijala (BOM – *Bills of materials*)
- Zahtjevi na sklapanje/proizvodnju

Jedinice kontrole kvalitete

- Generiranje ključnih točaka u skladu sa standardima

Glavni zaključak koji se iznosi u članku govori kako je planiranje razvoja/proizvodnje vrlo važna stavka koja će, uz sve kraće vrijeme razvoja (konkurencija) i geografsku fragmentaciju proizvodnje, postati još važnijom. Planiranje je temelj za koordinaciju poslovnih aktivnosti, uz čiji se napredak veže i kraće vrijeme razvoja, odnosno, bolji konačni proizvod.

2.13. Postojeći alati i tehnike modeliranja procesa

U pristupu kompleksnim sustavima i njihovoj problematici, potrebno je upoznati se s načinima pretežito grafičke prezentacije sustava koji ovdje predstavljaju sredstvo za komunikaciju između funkcionalnih i podatkovnih zahtjeva određenog sustava. Među moštvo tehnika za modeliranje procesa, dat će se pregled najčešće korištenih i najpodudarnijih tehnika obzirom na zadani kontekst [11].

Tablica 6. Prikaz tehnika modeliranja toka procesa

Tehnika	Opis	Atributi	Karakteristike	
			Prednosti	Nedostaci
Dijagrami toka	Grafička prezentacija	Tok aktivnosti	Mogućnost komunikacije, velika razina detalja, fleksibilnost, jednostavnost	Bez podrazina, nemogućnost cjelovitog pregleda, mogu biti prevelike
DFD (<i>Data Flow Diagrams</i>)	Opisni dijagrami za strukturnu analizu	Tok podataka	Objašnjava logički nivo podrazina, tok podataka, lako upravljivi	Nemogućnost dekompozicije
RAD (<i>Role Activity Diagrams</i>)	Grafički pogled, dijagrami tranzicije stanja objekta	Tok zasebnih uloga	Detaljni pregled, uključeni izvođači, podržava komunikaciju, intuitivna	Nemogućnost dekompozicije
RID (<i>Role Interaction Diagrams</i>)	Matrična prezentacija procesa za koordinaciju aktivnosti	Tok aktivnosti i uloga	Poveznica između aktivnosti i vremena, intuitivne, prikazuju kompleksnost procesa	Teške za izradu i rukovođenje, važne informacije nisu uključene
IDEF 0 (<i>The Integrated Definition for Function Modelling</i>)	Strukturalna grafička prezentacija	Tok aktivnosti, ulaznih i izlaznih podataka, kontrola i mehanizmi	Prikazuje ulaze, izlaze, kontrolu nad mehanizmima i detaljima	Bez prezentacije uloga, interpretacija samo u vidu sljedivosti
IDEF3	Aspekti ponašanja sustava	Veze među aktivnostima	Dopušta različite poglede, opise toka procesa i tranzicija objektnog stanja	Potreba za mnoštvom podataka i vremena
Obojene Petrijeve mreže	Grafički orijentirani jezik za dizajn, specifikaciju i simulaciju sustava	Mreža mjesta, tranzicija i lukova	Hijerarhijska dekompozicija, prikaz interakcije, jednostavnost	Veliki vremenski utrošak, veličina modela
Objektno orijentirane metode	Opisivanje sustava putem različitih objekata	Struktura i ponašanje objekata	Model za kontrolu i nadzor procesa, konzistentan kroz tok konstruiranja	Veliki vremenski utrošak, količina podataka i visoka razina detalja
Dijagram radnog toka (<i>Workflow</i>)	Automatizacija poslovnog procesa	Tok informacija, zadataka i pravila između računala i ljudi	Lako savladiva, jednostavna za analizu i prijenos podataka	Previše različitih jezika

2.14. Važnost PLM i PDM sustava u okruženjima kolaborativnog konstruiranja

Sustav za podršku poslovnih procedura pri razvoju proizvoda, PLM (*Product Lifecycle management*), se može shvatiti kao koncept ili generalni plan za upravljanje životnim ciklusom proizvoda slijedivši određena proceduralna pravila i smjernice. Dakle, PLM omogućuje efikasnije upravljanje i čuvanje informacija o proizvodu i samim aktivnostima unutar tvrtke. Korištenjem PLM sustava, članovi u komunikaciji mogu elektroničkim putem voditi dogovore oko konstrukcije i konstrukcijskih izmjena proizvoda. U članku [13] je naglasak upravo na promjenama koje nastaju tijekom konstruiranja i razvoja proizvoda, jer se lošim tokom informacija i nekontroliranim primjenama gomilaju troškovi koji se opet daju reducirati ovakvim alatima. U ovakvom kontekstu je itekako važna i standardizacija, tj. specificirana reprezentacija proizvoda sa ciljem razmjene informacija o proizvodu. Radi se o primjerice STEP formatu datoteka (*Standard for the Exchange of Product Model Data*), ISO 10303. [14], ili JT formatu (*Jupiter Tessellation*) [15]. Također, razvoj neutralnog komunikacijskog protokola za razmjenu podataka o proizvodu između proizvođača i dobavljača temeljenog na XML (*Extensible Markup Language*) tehnologiji i spomenutom STEP standardu je neophodan. Dobro je navesti neke od ključnih faktora pri korištenju sučelja od strane istih, odnosno, mogućnosti servera i klijenta: [16]

- Autorizacija – važno je uspostaviti kolaboraciju između entiteta s kojima se želi kooperirati
- Mogućnost pregleda strukture proizvoda – mogućnost interaktivnog pregleda strukture proizvoda i ostalih informacija koje su u skladu s autoritativnim pravima pristupa klijenta
- Preuzimanje podataka
- Ulazni podaci – server dopušta postavljanje datoteka od strane klijenta
- Generiranje podataka u skladu s upitom
- Dnevnik promjena – korisnici su u bilo kojem trenutku obavješteni o promjenama u podacima, koje se mogu komunicirati putem e-maila ili direktno putem mreže.

Dio PLM sustava je i PDM sustav (*Product Data Management*), koji služi za praćenje i upravljanje podacima o proizvodu. Dakle, koncentracija je na kreiranju i arhiviranju svih informacija vezanih uz proizvod. U sustavu postoji centralna baza koja upravlja i međupodacima kao što je npr. vlasnik datoteke ili status spremnosti komponente, uz CAD datoteke,

crteže i dr. PDM poboljšava komunikaciju i kooperaciju između različitih grupa u organizaciji i izvana, jer se smatra alatom koji osigurava da prave informacije budu dostupne pravoj osobi, u pravo vrijeme i u pravome obliku. S druge strane, implementacija PDM sustava može biti vrlo dug i zahtjevan proces, kao i učenje korištenja sučelja. Kao drugi nedostatak navodi se nemogućnost PDM sustava u vidu podrške kolaborativnom konstrukcijskom koncipiranju na daljinu, odnosno nedostatak globalne komunikacijske infrastrukture.

Fokus istraživanja opisanog u članku [17] jest generiranje i razvoj fleksibilnog Web-omogućenog PDM sustava, koji će omogućiti bolju komunikaciju i među geografski raspodjeljenim grupama.

Tablica 7. Usporedba Web i PDM tehnologija; uvid u prednosti korištenja Web-a [16]

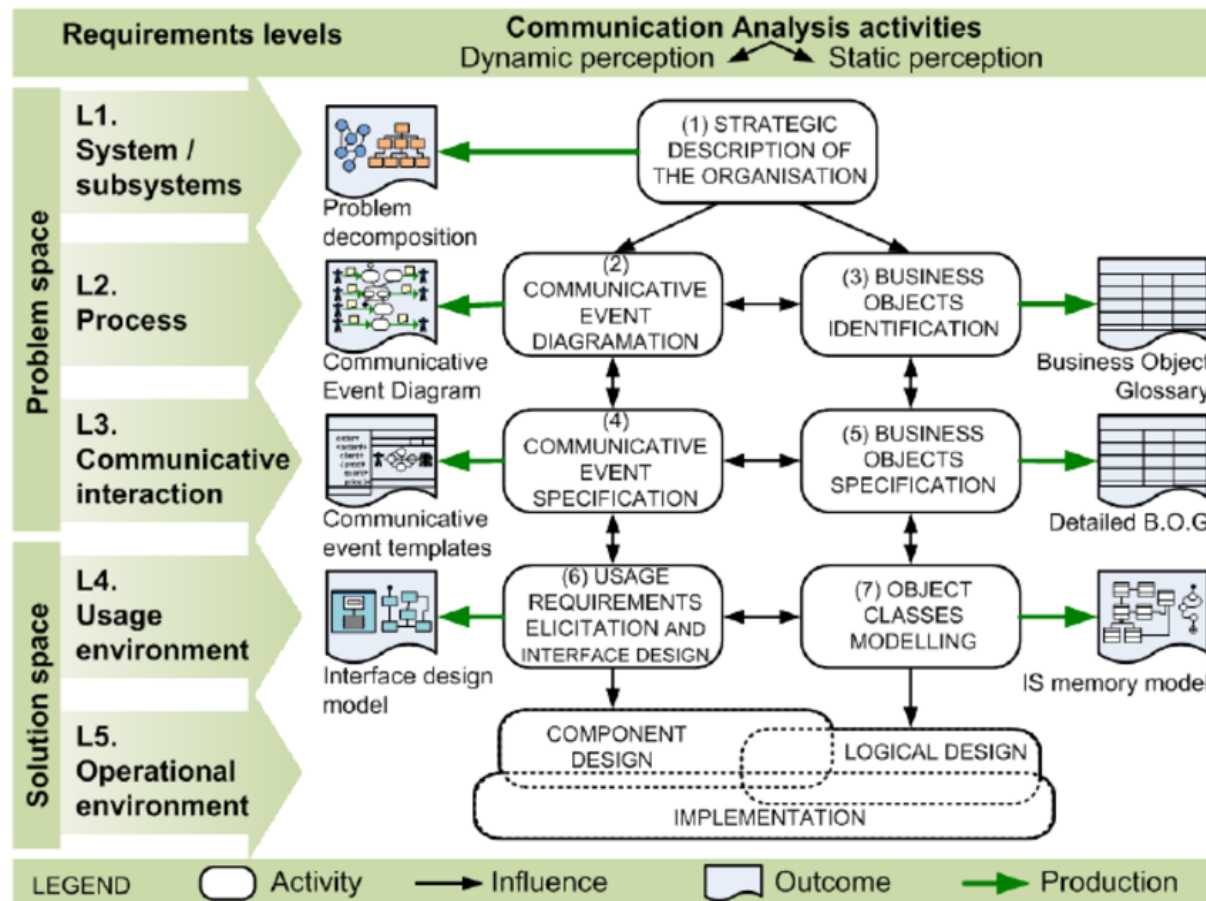
	Web tehnologija	PDM tehnologija
Arhitektura mreže	Višeredna	Višeredna
Primjenjena tehnologija mreže	Internet i vezani protokoli	Internet
Opseg primjene	Globalno	Organizacijski
Podržane i procesirane informacije	Bilo koje informacije	Većinom informacije o proizvodu
Korištenje mreža i platformi	Velik rang heterogenih mreža i platformi	Uniformna mreža, javljaju se problemi s heterogenim platformama
Otvorenost	Proširivo	Proširivo
Rang krajnjih korisnika	Bilo koja individua u svijetu	Bilo koji član poduzeća
Sigurnosne mjere	Nesigurno i može biti rizično	Nesigurno ali podložno kontroli

Članak predlaže atraktivan spoj između Web i PDM tehnologija. Pripaziti treba na rizik korištenja Web-a i Internet-a u vidu izlaganja povjerljivih informacija kroz veoma širok prostor. U predloženom modelu, distribuirani Web serveri sadržavaju podatke i informacije o proizvodu te se oni mogu dohvatiti i zaprimiti od strane udaljenih klijenata. Dakle, komunikacija se odvija putem Web-a, čime su barijere udaljenosti maknute, a sve izmjene, ideje i koncepti se spremaju u objektno orijentiranu bazu podataka koja je dostupna svima uključenima u projekt. Doduše, ovakva razmatranja se danas mogu smatrati zastarjelima, stoga će se predstaviti pojam dijagrama radnog toka (eng. *workflow*) uz pomoć kojega će se objasniti potencijalni daljnji pravci razvoja ovakvih sustava. Dijagrami radnog toka i jesu najčešće pozadinski gradivni element svih poslovnih procesa, odnosno, sredstvo kojim se najčešće opisuju poslovni procesi, a služi za prijenos informacija, zadataka i dokumentacije od jednog korisnika prema drugom te je diktiran proceduralnim pravilima koja se javljaju završetkom pojedinih procesa u ciklusu. Dijagram toka rada se može sastojati od mnoštva zadataka pri čemu se zadatak kreira primjenom pravila tranzicije koji je kontroliran od strane rukovoditelja zaduženih za taj zadatak. Pri izvršavanju radnog toka, u zadatke su uključeni CAD dokumenti, poruke, izvještaji analiza i sl., kako bi se održala redovitost nadzora i pregleda iz perspektive različitih odjela, klijenata, dobavljača i dr., dakle, korištenjem ovakvog sredstva se ujedno i komunicira na različitim nivoima [18]. Korisno je prikazati na koji način korištenje dijagrama radnog toka može pomoći u poboljšanju učinkovitosti tvrtke:

Tablica 8. Prikaz utjecaja na unaprjeđenje učinkovitosti tvrtke korištenjem dijagrama radnog toka [19]

Učinkovitost	Opis	Podrška
Procesa	Optimizacija značajki procesa kao što su npr. vrijeme ili rokovi.	Koordinacija aktivnosti kroz kontrolu i prenošenje informacija (poruka) itd.
Resursa	Učinkovitost korištenja dostupnih resursa pri izvođenju procesa (pritom se misli na ljudske resurse i systemske aplikacije).	Podsjećanje u slučaju pojačavanja intenziteta procesa-
Tržišta	Točna raspodjela tvrtke u relaciji sa njenim partnerima (pouzdana prognoze vremena isporuke, jasna komunikacija s dobavljačima i klijentima i optimizacija distribucijskih procesa).	Dobro definirana mreža poveznica (definicija eksternog ponašanja), prognoziranje internog ponašanja zahvaljujući standardizaciji procesa.
Poruka	Ispravan način korištenja kompetencija organizacijskih jedinica koji uključuje i širu sliku, ali i znanje o individualnim, detaljnijim aktivnostima.	Koordinacija pri popunjavanju poruka i uloga.

Motivacijska činkovitost	Motivirati osobe da se ponašaju u skladu s ciljem poslovanja tvrtke.	Upravljanje izvođenjem aktivnosti, slijedivši kreirani model radnog toka te kontrola napretka.
--------------------------	----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

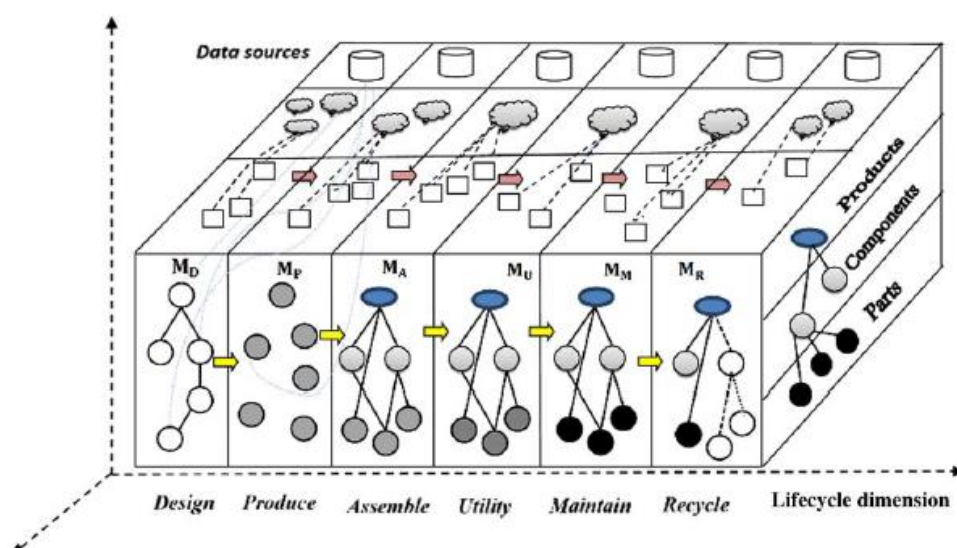


Slika 6. Primjer dijagrama radnog toka pri analizi komunikacijskih interakcija [20]

Ipak, danas se i dalje zaključuje o težini ovakvih metoda zbog same kompleksnosti izrade dijagrama i enkapsuliranja svih relevantnih stavki i detalja u razvojnom procesu. Brzina razvoja aplikacija koje su vođene dijagramima radnog toka je upitna i spora. U korak s tehnološkim trendovima današnjice, predlaže se pružanje rješenja koja nisu namjenjena isključivo za razvoj dijagrama radnog toka, koji se moraju integrirati u poslovnu logiku određene organizacije, već rješenja u vidu kreiranja potpuno razvijenih aplikacija koje već sadrže ugrađenu logiku poslovnih procesa [21]. Ovdje se može navesti primjer *Cloud-a*, koji predstavlja model za uspostavljanje sveprisutnog i na zahtjev omogućenog pristupa zajedničkoj dijeljenoj okolini koja sadrži podesive resurse [22].

2.15. IoT u kontekstu PLM sustava

Kao nastavak na prethodno poglavlje, promotriti će se novija programska podrška koja u kontekstu zadatka može poslužiti kao inovativno rješenje. Riječ je o pojmu Internet of Things (IoT) kao softveru čija je funkcija raspodjela goleme količine pravovremenih i heterogenih podataka, ali i podrška različitim kompleksnim aplikacijama za poslovne svrhe. Korištenjem ontologijskog pristupa (ontologija je obrazac podatka koji predstavlja koncepte unutar neke domene i odnose između tih koncepata [23]), predlaže se platforma temeljena na modelu apstraktnih informacija, koja bi mogla omogućiti izvođenje enkapsulacije informacija, sastavljanje, rastavljanje, prijenos i praćenje unutar PLM sustava. Dakle, omogućena je integracija podataka kao i inteligentna interakcija čime se pruža spoj između fizičkih objekata i Interneta s ciljem međusobne komunikacije. IoT podrška je fokusirana na spajanje objekata putem njihovih identiteta (ID) za poslovne svrhe u mobilnom okruženju. Od presudne je važnosti podržati sjedinjeno upravljanje distribuiranim i heterogenim informacijama o proizvodu kroz različite faze životnog ciklusa putem fleksibilnog i podesivog uzorka. Modeli resursa se u dimenziji informacija ponašaju kao jezgra modela koji predstavlja IoT objekt, a njihovi čvorovi i odnosi među tim čvorovima se bilježe u različite izvore podataka u distribuiranim mobilnim okolinama. Korištenjem operacija među resursima i transformacija između dvije usporedne faze se realiziraju asocirani i konzistentni IoT objekti povezani s informacijama. Svaki resurs posjeduje jedinstveni identifikator resursa (URI – *Uniform Resource Identifier*) koji predstavlja jedinu adresu putem koje se resursu može pristupiti. Opširnije o temi u članku [24].



2.16. QLM (*Quantum Lifecycle Management*)

U drugome članku sličnoga konteksta [25], nalaže se kako je postizanje toka informacija uz IoT (između proizvođača, uređaja, računala ili korisnika) moguća, ali izazovna zbog nedostatka dovoljno generičkih i standardiziranih sučelja za kreiranje potrebnih tokova informacija. U članku se iznose potrebni zahtjevi na takva sučelja, kao i standardi uz opis realne implementacije te razlozi zbog kojih su važni (Tablica 9).

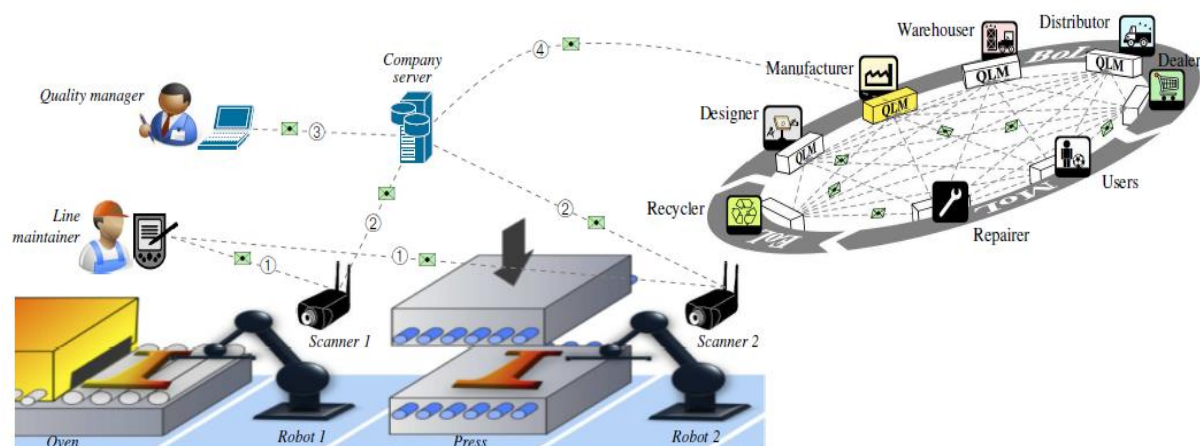
Tablica 9. Funkcionalni zahtjevi na razmjenu poruka putem IoT-a [25]

Funkcionalni zahtjevi na razmjenu poruka putem IoT-a
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moguća implementacija za bilo koji tip instance što je neovisnije moguće o domeni aplikacije ▪ Moguća implementacija za bilo koji tip informacijskog sustava, uključujući ugrađene i mobilne sustave ▪ Podrška sinkronoj razmjeni poruka; moguće operacije neposrednog čitanja i pisanja ▪ Nema restrikcije na jedan, određeni komunikacijski protokol ▪ Moguće kreiranje „letećih informacija“ ▪ Funkcionalnost klijenta i servera je moguće implementirati za bilo kakav uređaj ▪ Podrška asinkronoj razmjeni poruka (spojenost s mrežom je povremena) ▪ Otkrivanje instanci u ovisnosti o kontekstu i informacija o istima ▪ Upiti sa svrhom dobivanja informacija o više instanci ▪ Uvid u vrijednosti između dvije točke u vremenu, itd.

Pojam s kojim se nadalje treba upoznati je QLM (*Quantum Lifecycle Management*), koji predstavlja arhitekturu sustava odnosno način komunikacije među sudionicima (u razvojnom projektu) izvršen putem prolaska poruka između čvorova koristeći QLM sučelje za razmjenu poruka. QLM oblak je vrlo sličan Internet oblaku, te njegovu ulogu u kontekstu IoT možemo poistovjetiti sa ulogom HTTP-a (*Hyper Text Transfer Protocol*) u kontekstu Interneta [26]. QLM format datoteka (QLM-DF) je definiran kao jednostavna ontologija specificirana korištenjem XML shema, koja je dovoljno generička za predodžbu bilo kojeg objekta i informacije koja je potrebna za razmjenu informacija u okviru IoT. Struktura je hijerarhijska s elementom objekta na vrhu, a koji može sadržavati bilo koji broj pod-objekata (elemenata) i

posjedovati date značajke i svojstva. Svaki objekt posjeduje obvezan pod-element naziva „id“ koji služi za identifikaciju objekta (cilj: globalna ili lokalna jedinstvenost). Što se tiče sučelja kod QLM-a (QLM-MI – *QLM Messaging Interface*), najbolje je tablično i grafičkim putem prikazati njihova glavna svojstva:

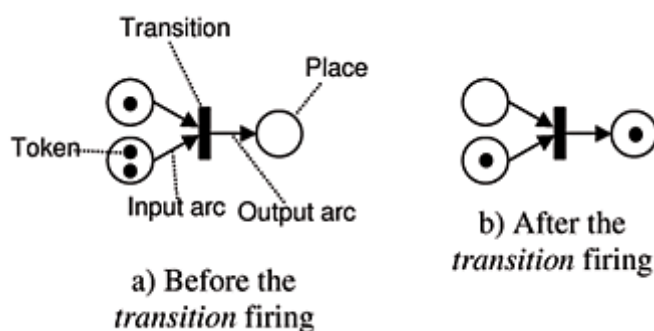
Svojstvo	Opis
Neovisnost o protokolu	QLM podržava mnoštvo osnovnih protokola, čime omogućava transport poruke koristeći protokole na najnižem nivou.
Tri moguće operacije	1) Pisanje: koristi se za slanje ažuriranja informacija prema QLM čvorovima 2) Čitanje: koristi se za trenutno primanje informacija i upisivanje za odgođeno primanje informacija iz čvora 3) Otkazivanje (prije isteka roka primanja)
„Time-to-live“	Ukoliko poruka nije isporučena idućem čvoru prije nego istekne vrijeme (TTL), tada se poruka uklanja i povratno se šalje obavijest o pogrešci.
Samostalnost poruka	QLM poruka sadrži sve potrebne informacije za omogućavanje njenog ispravnog upravljanja (npr. način komunikacije – sinkroni ili asinkroni).
Mnoštvo podržanih formata	Bilo koja QLM poruka može prenijeti aktualnu informaciju korištenjem bilo kojeg tekstualno utemeljenog formata koji može biti ugrađen u XML poruku.
Komunikacija u realnom vremenu	Za svaki upit je dobiven odgovor.
Ciljani čvorovi	Usmjeravanje poruka.



Slika 7. Shema implementacije QLM razmjene poruka u svrhe nadzora i kontrole na primjeru procesa vrućeg utiskivanja [25]

2.17. Uvod u Petrijeve mreže

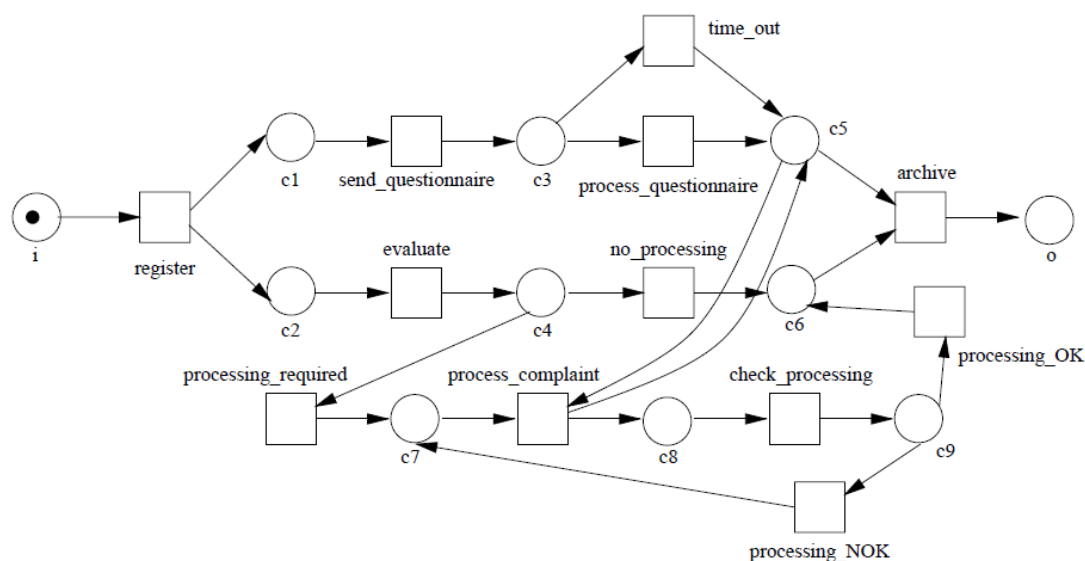
Petrijeva mreža je formalni jezik modeliranja pri opisivanju i izučavanju sustava za paralelnu obradu informacija [27]. Pozadinska struktura Petrijeve mreže je usmjereni težinski bipartitni graf koji se sastoji od čvorova mjesta i tranzicija. U predodžbi procesa, tranzicije predstavljaju događaje, a mjesta predstavljaju stanja povezana sa slučajnim događajima. Tokeni predstavljaju jedinice informacija ili resursa koji putuju mrežom. Označavanje (*marking*) je distribucija tokena mjestima unutar Petrijeve mreže. Lukovi su težinski, a težina k na pojedinom luku naznačava koliko tokena je potrebno od ulaznog mjesta prije nego je slučajna tranzicija omogućena. Svaka je tranzicija povezana sa nizom ulaznih i izlaznih mjesta. Paljenje tranzicije je moguće ako sva ulazna mjesta sadrže dovoljno tokena. Izvršenje Petrijeve mreže definira slijed događaja koji odgovaraju paljenjima tranzicija iz inicijalnog u željenu, konačnu oznaku. Konvencionalno se mjesta crtaju kao krugovi, dok su tranzicije označene pravokutnikom ili. Svaki token je u mjestu prikazan kao točka, dok su lukovi označeni sa svojim teretom:



Slika 8. Prikaz osnovnih shema u Petrijevim mrežama prije i nakon paljenja tranzicije

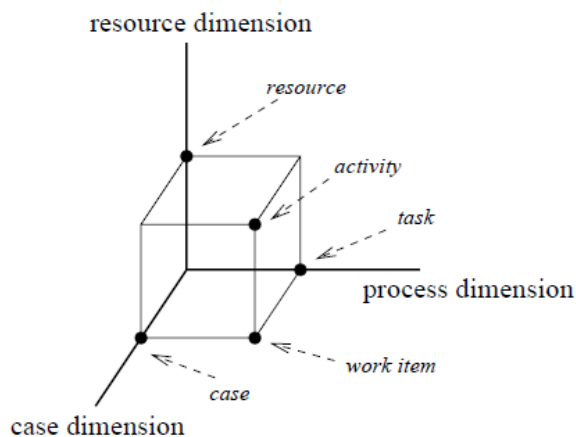
Petrijeve mreže svoju primjenu mogu naći u širokom spektru; najučinkovitije su u oblikovanju i analiziranju dinamičkih stanja modeliranog sustava ili primjerice u analizi performansi nekog sustava i sl.

Petrijeve mreže zahtijevaju precizne definicije komponenata procesa. Tome u kontrast ide činjenica da pri aktivnostima u konstruiranju upravo te aktivnosti i konstrukcijski artefakti (kao i njegove značajke) evoluiraju kroz vrijeme te je tako predodžba procesa važna kao pomoć inženjerima da lakše vizualiziraju i shvate mrežu zadataka i međuovisnosti.



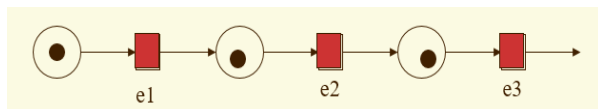
Slika 9. Primjer Petrijeve mreže za obradu podataka prilikom zaprimanja žalbi korisnika [28]

Zanimljiv dimenzijski prikaz u radnom toku daje slijedeća slika:

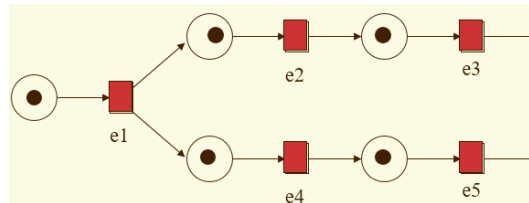


Slika 10. Dimenzije radnog toka [28]

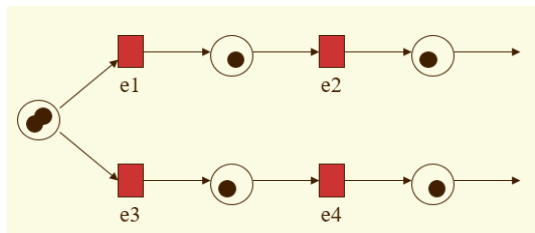
Kao što je vidljivo, dimenziji pojedinog slučaja se pristupa individualno. Iz motrišta radnoga toka, slučajevi ne utječu direktno jedan na drugoga, već indirektno putem dijeljenja resursa i informacija. Radni proces odnosno zadaci i slijed izvođenja tih zadataka je specificiran u procesnoj dimenziji. U dimenziji resursa isti su grupirani u uloge i organizacijske jedinice. Sjecišta ovih dimenzija predstavljaju radne dijelove, zadatke i aktivnosti. Upravljanje radnim tokom je spojnica između navedenih točaka. Petrijeve mreže svojom strukturom mogu poslužiti upravo pri izvođenju takvih radnji.



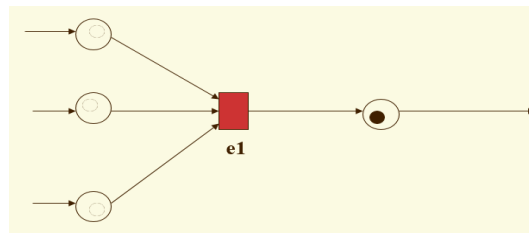
Slika 11. Slijed događaja (aktivnosti)



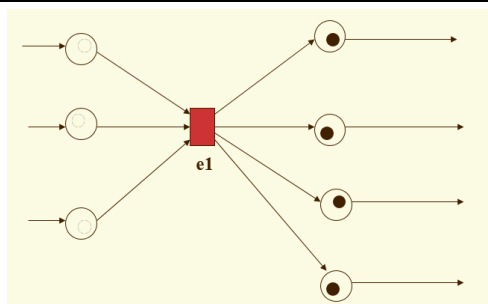
Slika 12. Istovremeno izvršenje radnji



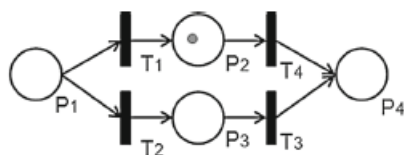
Slika 13. Nedeterminirajući događaji



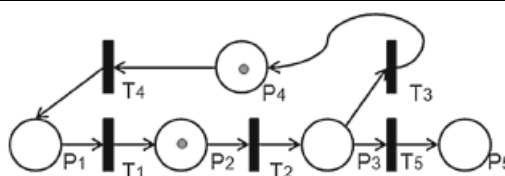
Slika 14. Sinkronizacija



Slika 15. Sinkronizacija i istovremenost



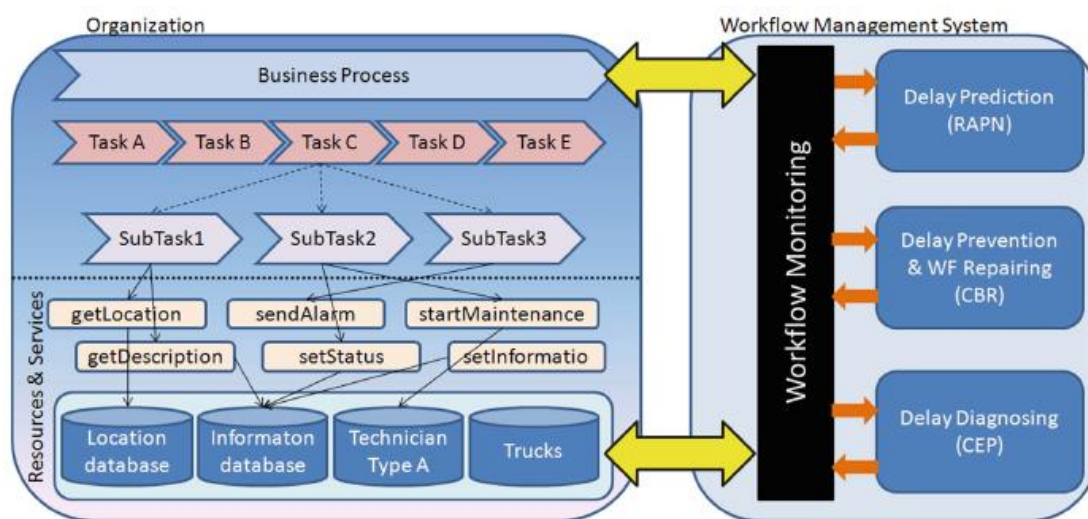
Slika 16. Izbor



Slika 17. Iteracija

Kako bi se Petrijevim mrežama mogle opisati komunikacijske aktivnosti, one moraju imati sposobnost eksplicitnog izražavanja ponašanja, vremena i interakcije između neka dva događaja ili aktivnosti, a ovdje je to grafički reprezentirano. Petrijeve mreže također pružaju model aktivnosti bez dvosmislenih izraza, s ciljem podrške hijerarhiji različitih nivoa apstrakcije. Komunikacijske aktivnosti se izražavaju putem djelomično određenog niza operacija, koje su koordinirane prema događajima putem različitih stanja. Redoslijed obavljanja

operacija se određuje na temelju ulaza i izlaza svake operacije, ovisno o njihovim namjenama. Događaji mogu biti podatkovni događaji ili kontrolni događaji.



Slika 18. Prikaz sustava za upravljanje radnim tokom koji su modelirani korištenjem Petrijevih mreža [29]

Mnogo više o Petrijevim mrežama može se pronaći pod [27], [30], [31] i dr.

2.18. Prikaz konkretnog rješenja za upravljanje komunikacijom pri konstruiranju

Vrlo pedantan prikaz mogućeg načina upravljanja komunikacijom pri konstruiranju daje rad s ciljem istraživanja i razvoja alata u obliku socijalnog medija, naziva *PartBook*, a koji je izrađen u okviru projekta konstruiranja studentskog trkaćeg automobila [32]. Nakon opsežne analize pretežito deskriptivne literature i prikupljanja informacija putem različitih upitnika, daje se preskriptivan pristup definirajući potrebne zahtjeve i ograničenja za uvođenje ovakvog alata. Inženjerski posao u ovom kontekstu je definiran putem dnevnih aktivnosti inženjera. Od interesa su zahtjevi izvedeni u okviru istraživanja navedenog rada, a koji su utemeljeni na zaključcima iz gotovo stotinu brojnih izvora, diskusija i analiza u području osobnih komunikacija, konstruiranja, upravljanja znanjem i informacijama:

- 1.) Pružiti visokokvalitetnu predodžbu artefakta u odnosu na komunikaciju
- 2.) Bilježiti promjene na artefaktu koje su posljedice komunikacije
- 3.) Omogućiti sudionicima ugradnju predodžbe artefakta tijekom same komunikacije
- 4.) Omogućiti tekstualni opis artefakta
- 5.) Odrediti (zabilježiti) fokus komunikacije u odnosu na artefakt
- 6.) Osigurati elektroničku ili fizičku referencu prema artefaktu
- 7.) Mogućnost „guranja“ komunikacije (ujedno i prijenos znanja)
- 8.) Omogućiti inženjerima grupiranje komunikacije po zadacima
- 9.) Izolirati odgovore koji potječu iz jezgre stručnog područja tima (ekspertne grupe)
- 10.) Omogućiti inženjerima dodavanja osobnih zabilješki i oznaka u komunikaciji
- 11.) Definiranje svrhe komunikacije
- 12.) Definiranje tipa odgovora za svaki pristup komunikaciji
- 13.) Poredati tipove odgovora prema prikladnim svrhama
- 14.) Omogućiti višestruke ogranke (niti) u jednoj komunikacijskoj epizodi (divergencija)
- 15.) Inženjerima pružiti mogućnost odgovora na jedan ili više ogranaka (niti) u komunikaciji, koristeći jedan odgovor (konvergencija)
- 16.) Formalno zaključivanje komunikacije
- 17.) Mogućnost referenciranja prošlih odgovora u trenutnim komunikacijama
- 18.) Mogućnost komentiranja prošlih komunikacija
- 19.) Klasificirati komunikaciju prema kompaniji, proizvodu i fazi životnog ciklusa

High-level artefact types	Focal points
Sketch	Aesthetics Alternative Force diagram Operation
Engineering drawing	Dimensioning Tolerancing
Computer Aided Design (CAD) files	Dimensioning Tolerancing Mating Error message Protusion
Computational Fluid Dynamics (CFDs) files	Mesh Results Run-time error Set-up
Simulation	Code Error message
Finite Element Analysis (FEA) files	Mesh Results Run-time Set-up
(Physical) product	Maintenance Manufacture In-service
(Physical) part	Manufacture In-service Maintenance
Calculation	Stress Force Vibration
(Physical) assembly	Maintenance Manufacture In-service
Prototype	Function Feature Ergonomics Aesthetics
Report	Abstract Results Outline Conclusion

Communication type	Conclusion type
Idea	Good Idea: Pursued (+ & consequence) Good Idea: Did not pursue (+ & consequence) Not plausible (-) Already conceived
Help	Resolved: Process lesson learned (+) Unresolved: Possible process issue (-)
Issue	Resolved: Product lesson learned (+) Unresolved: Possible product issue (-)
Clarification	Clarified (+) Not clarified (-)
Observation	Artefact of interest (+) Non-consequential Good work (+) Seen before (-) Possible issue (-)
Confirmation	Yes: All good (+) No: Amendments required (-) No confirmation (-)
Comparison	Option selected (+) No options selected (-) Hybrid option (+)
Option generation	Options generated (+) Lack of options (-)
Information request	Received: Useful information (+) No useful information received (-) Lack of information (-)
Decision	Decision made (+) No decision made (-)

Slika 20. Mogući tipovi zaključaka

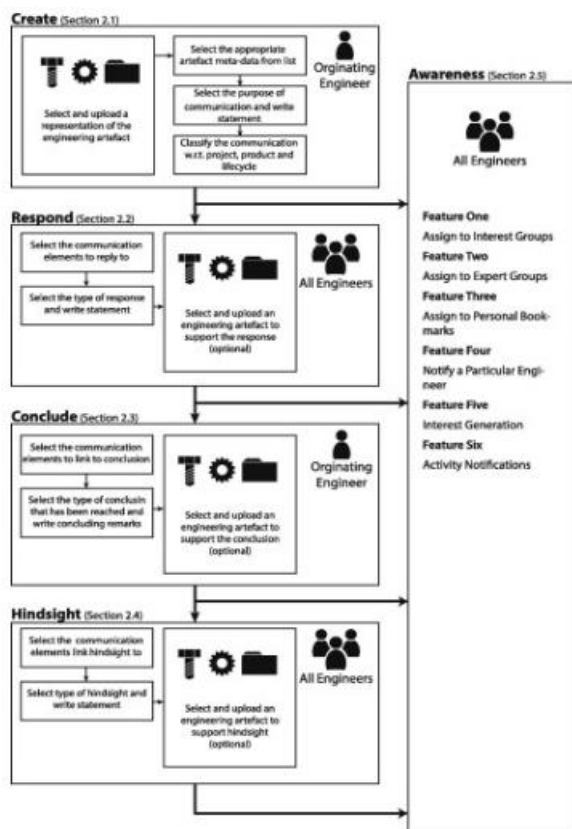
Slika 19. Definiranje točka fokusa pojedinih artefakata

Purpose of communication	Description
1. Idea	The engineers wants to show something potentially new
2. Help	The engineer wants to solve a process problems
3. Issue	The engineer wants to solve a product problem
4. Clarification	The engineer wants to double-check their knowledge on a subject
5. Observation	The engineer wants to highlight an artefact of potential interest
6. Confirmation	The engineer wants to ensure the artefact is correct
7. Comparison	The engineer wants to converge upon a solution
8. Option Generation	The engineer wants to generate a number of solutions to a problem
9. Information Request	The engineer wants to locate/receive information with regards to a particular subject
10. Decision	The engineer wants to propose a decision that they have made and want other engineers' input

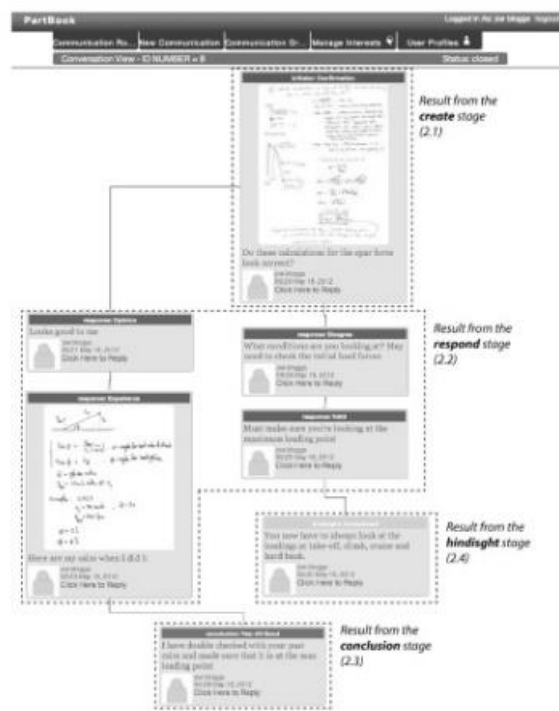
Slika 21. Definiranje svrhe komunikacije

Sadržaj *PartBook*-a može se prikazati kroz:

1.) Komunikacijski proces, koji predstavlja životni ciklus komunikacije



Slika 22. Životni ciklus komunikacije [33]



Slika 23. Komunikacija u *PartBook*-u

- 2.) EDC klasifikacijsku matricu, koja prikazuje način na koji je potrebno strukturirati komunikaciju prema svrsi, tipu odgovora i zaključka,
- 3.) Niz tablica u kojima je dat prikaz svih zahtjeva na informacije u određenom komunikacijskom procesu.

Kreiranje komunikacije u *PartBook*-u se sastoji od četiri koraka:

- 1.) Učitavanje prikaza (npr. fotografija) artefakta o kojemu se komunicira, s dodatnom mogućnošću unosa URL-a stvarne lokacije u realnom vremenu. Time se olakšava dublje shvaćanje konteksta među korisnicima i omogućuje brzo dohvaćanje željenih podataka.
- 2.) Odabir tipa artefakta (npr. CAD datoteka), koji služi kao točka fokusa za daljnje korištenje. Moguće je dodavati nove tipove i time graditi inženjerski kontekst sakupljanjem i naknadnim filtriranjem traženih komunikacija u okviru definiranih dimenzija.
- 3.) Unos sadržaja i svrhe komunikacije (npr. ideja, pojašnjenje ili odluka)

4.) Posljednji korak omogućuje inženjeru pozicioniranje komunikacije u odnosu na projekt, aktivnost, proizvod, komponentu, fazu ili koncept kojeg se dotiče. Završetkom ovog koraka, komunikacija je kreirana i na temu je moguće dati odgovor.

The screenshot shows a web interface for creating a new communication. At the top, there is a navigation bar with links: 'New Communication', 'Communication Groups', 'Manage Interests', and 'User Profile'. The main content area is titled 'Generate a New Communication' and contains four steps:

- Step 1 - Please select an image of the object:** Includes a 'Choose File' button, a text field showing 'no file selected', and an optional 'Add url link to object (optional)' text field.
- Step 2 - Please classify and describe the object:** Includes a 'Select an Artefact Type' dropdown menu and an 'Add New Type' button.
- Step 3 - What conversation do you want to have?:** Includes a 'Type of Conversation' dropdown menu, a 'New Conversation' button, and a large text area for the message. Below the text area, it says '250 Characters Remaining'.
- Step 4 - Classify for Search and Retrieval (Where Applicable):** This step is divided into four columns:
 - Project Classification:** 'Select Project' dropdown and 'New Project' button.
 - Product Classification:** 'Select Product' dropdown and 'New Product' button.
 - Concept Classification:** 'Select Concept' dropdown and 'New Concept' button.
 - Lifecycle Classification:** 'Lifecycle Stage' dropdown and 'New Lifecycle Stage' button.
 A 'Create' button is located at the bottom right of this section.

At the bottom of the page, there is a footer with the following text:

Created By: James Gopsill
 Supervisors: Dr. Ben Hicks & Dr. Hamish McAlpine
 IdMRC, Department of Mechanical Engineering
 University of Bath
 Test Site

Slika 24. Prikaz četiri ključna koraka pri kreiranju komunikacije u *PartBook-u*




Svojstvo pridavanja željenih oznaka (*tag-ova*) u svakom koraku uvelike olakšava buduće pretraživanje i dohvaćanje, kao i nadzor nad međusobno ovisnim i povezanim komunikacijama. Njihova važna uloga je i podizanje razine povezanosti među inženjerima i u socijalnom kontekstu, što ispunjava vrlo važan cilj u razvoju ovakvih alata, a to je predstavljanje prave komunikacije pravim osobama (notifikacije i slične obavijesti, personalizirani i prepoznatljivi profili).

2.19. Aktualni alati za podršku kolaborativnom radu

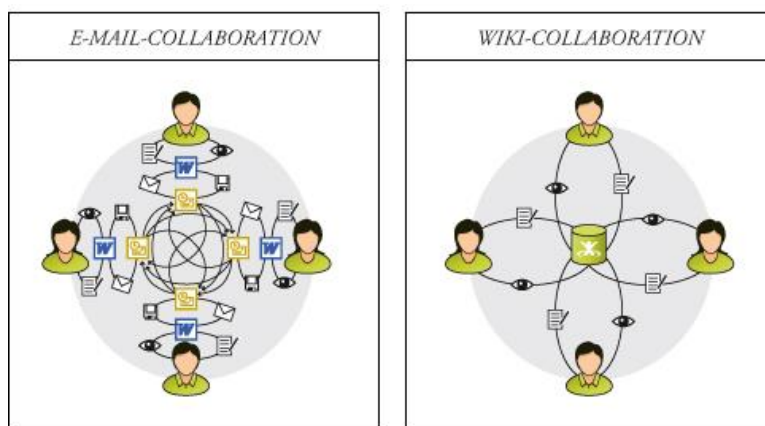
Obzirom da je u današnje vrijeme razvoj raznih aplikacija i sustava za podršku kolaborativnom radu na visokom nivou, a iste su lako dostupne putem samo nekoliko klikova, dati će se pregled nekoliko takvih alata (besplatnih i tarifnih) koji bi mogli poslužiti kao rješenje u datom kontekstu zadatka :

Tablica 10. Tablični pregled nekih od postojećih alata za podršku kolaboraciji i timskom radu

<p>Trello</p> 	<p>Mogućnost vizualnog praćenja projekata od ideje do isporuke uz pruženu jednostavnost i funkcionalnost razvojnim timovima kroz proces. Jedna od značajki je i komunikacijska nit specifična za određeni projekt [34].</p>
<p>Asana</p> 	<p>Izvrstan alat za udaljene timove sa kompleksnim postavkama projekata, uz prioritarno sortiranje zadataka i njihovo praćenje [35].</p>
<p>Slack</p> 	<p>Alat koji služi poboljšanju komunikacije unutar tima te na daljinu. Slack omogućuje kontrolu u napredovanju kroz projekt te reduciranje potrebne e-pošte i sastanaka tako što čuva svu komunikaciju tima na jednom mjestu [34].</p>
<p>Conceptboard</p> 	<p>Alat za kolaboraciju u realnom vremenu, upravljanje projektima i centralizaciju sadržaja. Temelj je proširiva bijela ploča (<i>whiteboard</i>) po kojoj se može skicirati, dodavati oblike, bilješke i potrebne oznake, kao i ostale datoteke relevantne za projekt [34].</p>

<p>CollaborateCloud</p> 	<p>Platforma temeljena na oblaku (<i>Cloud</i>) za upravljanje poslovnim aktivnostima koja pomaže organizacijama u produktivnosti kroz sjedinjenu kolaboraciju i komunikaciju. Povezanim osobama u organizaciji je omogućeno kreiranje vlastitih dijagrama radnog toka, forma i virtualnih radnih soba kako bi automatizirali i upravljali svoje poslovne aktivnosti [37].</p>
<p>Pyrus</p> 	<p>Sustav temeljen na oblaku za automatizaciju radnog toka i upravljanje dokumentima. Korisnicima je omogućeno postavljanje i usmjeravanje radnog toka bez dodatne IT podrške i programiranja [38].</p>
<p>Microsoft SharePoint</p> 	<p>Alat za omogućavanje individua, timovima i organizacijama da na inteligentan način otkrivaju, dijele, prate i pohranjuju sadržaje sa bilo kojeg mjesta i na bilo kojem uređaju [39].</p>

Opsežniji pregled i opis ovakvih alata daje referenca [37].



Slika 25. Kolaboracija korištenjem Wiki-ja [40]

3. ANALIZA KOMUNIKACIJE U RAZVOJNIM PROCESIMA

3.1. O zadatku i kontekstu

U nastavku Diplomskoga zadatka potrebno je uraditi analizu komunikacije i komunikacijskih procesa u tvrtki Pitaya Solutions d.o.o. sa sjedištem u Osijeku, u kojoj su se pomno bilježili i pratili komunikacijski tokovi u ključnim situacijama pri razvoju novog proizvoda kroz period od 5 mjeseci sve do aktualnog trenutka izrade Diplomskoga rada. Analiza slučaja će se fokusirati na trenutno glavni proizvod tvrtke, tzv. „pametni tuš“, model UNNI. Analizirana tvrtka je u početku svojeg formiranja što znači kako u slučaju nije riječ o kompleksnoj i mnogobrojnoj sredini po pitanju zaposlenika, resursa i strukture tvrtke, već o mladoj tvrtki (*start-up*), koja je pretežito *assembly-line* karaktera i u kojoj se čak u pravo vrijeme može izvršiti postavljanje temelja i sažimanje cjelokupne slike procesa razvoja, kao i obrasce komunikacijskih aktivnosti, što itekako može pomoći u daljnim aktivnostima ove inovativne tvrtke. Svrha ovakve analize može se očitovati i iz perspektive sredine; inženjerstvo u smislu razvoja novih proizvoda u Slavoniji i Baranji je iz osobnog stajališta na poprilično niskoj razini. S druge strane, nabava potrebnih komponenata i materijala za razvoj novog proizvoda je otežana, obzirom na lokaciju i koncentriranost industrija u središnjem dijelu Hrvatske, što uvelike produljuje, poskupljuje i komplicira razvoj. Cilj je optimizirati proces u najvećoj mogućoj mjeri i to počevši upravo na području komunikacije.

Tvrtka je započela sa idejom pametnog tuša kao proizvodom namijenjenom gradskim i javnim infrastrukturama, kupalištima i plažama. Tuš koristi isključivo obnovljive izvore energije (Sunčeva energija putem solarnih ploča), učinkovit je po pitanju štednje vode jer koristi infracrveni senzor za paljenje/gašenje te pruža ostale mogućnosti poput info ekrana, paljenja putem NFC sustava te korištenje modernih sustava upravljanja za autonomno funkcioniranje i rad što uključuje sustav nadzora, kontrole potrošnje (proizvod je klasificiran kao *smart* uređaj) i dr.

Daljnja razrada će započeti analizom proizvoda – prvo će se definirati okruženje u kojemu se provodi istraživanje, zatim grube faze procesa razvoja, međuovisnosti komponenata proizvoda te aktere uključene u komunikacijski proces. Tada će se definirati tok komunikacijskih procesa između aktera, od čega dalje kreće analiza same komunikacije i različitih scenarija pri konstruiranju i razvoju. Korištenjem Petrijevih mreža kao alata za modeliranje sustava pri komuniciranju će se dati vizualizacija tih procesa i dati osvrt na uočenu problematiku te predložiti moguća rješenja.

Pregled istraživanja:

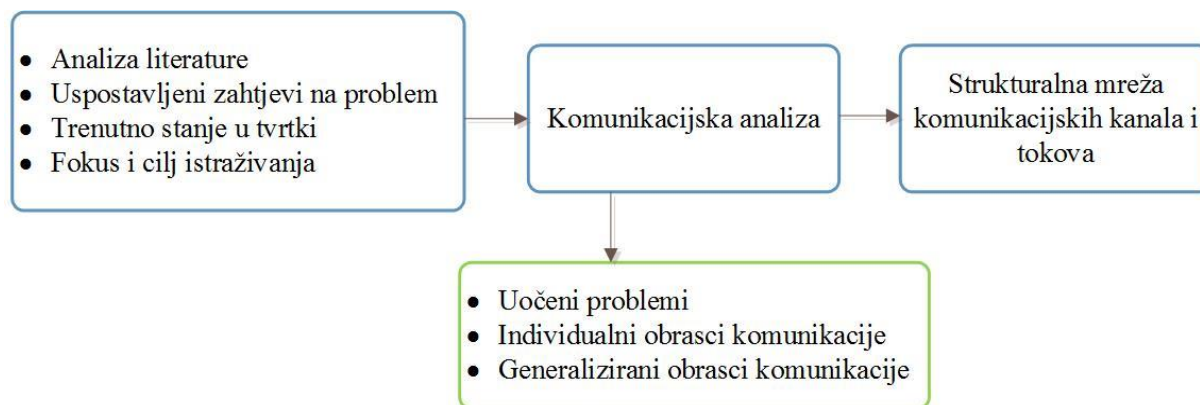
Tvrtka: Pitaya Solutions d.o.o., Osijek

Autor i ispitivač: Edit Kišmartin

Naziv: Analiza komunikacije unutar i u okolini razvojnog tima pri razvoju novog proizvoda

Svrha istraživanja: Dobivanje šire slike o komunikacijskim aktivnostima u tvrtki te analiza iste sa svrhom otkrivanja potencijalnih aktivnosti za poboljšanje i napredak.

Metoda: Analizi slučaja će se pristupiti intervjuiranjem tim lidera, za kojeg je zaključeno kako ima najopširniju komunikacijsku ulogu u razvojnom procesu te davanjem vlastitog mišljenja promatrajući aktualne komunikacijske situacije, obzirom da sam i osobno kao član tima u istome sudjelovala. Na temelju prikupljenih informacija će se dalje zaključivati, imajući na umu i uključujući i znanje prikupljeno pri prethodnoj analizi literature u kontekstu zadatka. Sa ciljem pojednostavljenja, komunikacija će se razlučiti na komunikaciju unutar tima (tvrtke) i komunikaciju s vanjskim sudionicima. Također, hipoteza je kako se proučava poglavito neformalna komunikacija (oportunističkog i nesređenog karaktera [41]).



Slika 26. Model toka istraživanja

3.2. Struktura procesa konstruiranja i komunikacije

Strukturiranju procesa konstruiranja se može pristupiti iz dva stajališta: promatranje konstrukcijskih procesa kao hijerarhiju kompleksnosti u aktivnostima, gledajući po vertikalnoj osi ili kao grupe (blokovi), gledajući po horizontalnoj osi (cikličko ponavljanje aktivnosti do postizanja ciljeva) [42]. Slično se može reći i za komunikacijske procese, stoga će se u radu odabrati drugi pristup te slučaj analizirati kroz horizontalnu perspektivu, tj. grupiranje blokova aktivnosti i komponenata, što je i preporučeno pregledom literature (odabir pretežito balansirane matrice u projektnoj strukturi; koncentracija na projekt [43]). S druge strane, procesu konstruiranja se može pristupiti kao procesu koji evoluirá kroz vrijeme s time da se na početku jasno i potpuno definiraju svi zahtjevi ili na način da promjenjivi zahtjevi i ograničenja određuju konstrukciju kroz čitav proces sve dok ne preostane jedno, konačno rješenje. Obzirom da je sudjelovanjem u samom razvoju proizvoda tvrtke uočeno kako se prakticira dopuštanje fleksibilnosti svim zahtjevima i ograničenjima tokom procesa, a već je i spomenuta otežanost u nabavi koja diktira neplanirane i nagle izmjene parametara, odabrat će se upravo taj pristup. Prilikom modeliranja konstrukcijskog procesa važno je uočiti nekoliko osnovnih entiteta (objekata): operacije, ograničenja, odluke i ciljevi [42]. Zaključeno je kako sustav za računalnu podršku izvođenju procesa konstruiranja ne treba ovisiti niti o vrsti zadatka niti o fazi procesa konstruiranja. Također, težnja je generalizaciji procesa sa ciljem postizanja jednostavnosti i potpunosti pri modeliranju. Koncept sustava se može definirati kroz linearnu ili hijerarhijsku strukturu, no obzirom da se u radu proučava komunikacija, koja je sama po sebi umrežen proces, odabrati će se perspektiva mreže kao načelo za modeliranje i kostur čitavog sustava. Potreba za hijerarhijskim strukturiranjem komponenata bi bila potrebna kod razvoja kompleksnijih proizvoda i organizacija što u kontekstu rada nije slučaj te će se težiti uravnoteženju svih stavki i eventualno uvođenje hijerarhije u strukturu učiniti samo po pitanju prioriteta zadataka i aktivnosti. Općenito je zamisao prilikom modeliranja sustava učiniti blokove (eng. *clusters*) i njima izgrađivati modularizirani sustav te umrežiti blokove na adekvatan način. Svrha takve metode je stvaranje koherentnosti i organizacije te je željeni cilj maksimalno pojednostavljena i pregledna struktura koja vjerno predočava strukturu i funkcioniranje dotičnog proizvoda. poslovanja tvrtke, komunikacijskih obrazaca i dr. Korištenje blokova u smislu sekvencijalnog nizanja i spajanja se pokazalo moćnim i robusnim alatom zbog sposobnosti podrške velike količine podataka, definiranja i kompletiranja procesa te stvaranja konformnosti procesa [44].

Radi poimanja šire slike, dati će se prikaz razina i opsega fokusa pri ispitivanju komunikacijskih scenarija u organizacijama, koja se može preslikati i na proučavanu tvrtku.



Slika 27. Razine i fokus analize u institucijama [45]

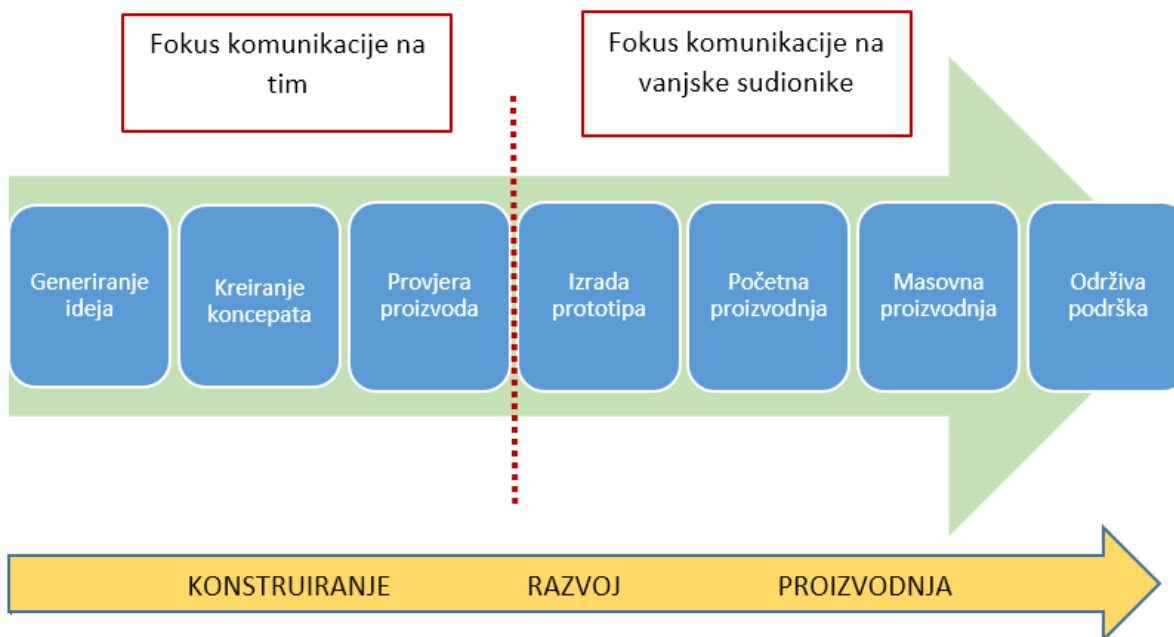
Radi izbjegavanja kompleksnosti i preširokih perspektiva u kontekstu razrade zadatka, potrebno je jasnije definirati pristupe, poglede i mehanizme putem kojih će se analiza izvršiti. Svi prikupljeni podaci će se pokušati konkretizirati na proučavanu okolinu, te se iznose uvedene hipoteze i definicije za daljnju analizu:

- Pri komunikacijskoj analizi se proučava mikro i među razina (Slika 27).
- Fokus je na eksternoj komunikaciji, a za internu analizu će se dati osvrt na temelju uočenog stanja u tvrtki i rezultata intervjuiranja sa uočenim nedostacima i prijedlozima poboljšanja.
- Na temelju proučavanja komunikacijskih obrazaca sa vanjskim faktorima, načinit će se generalni model koji bi u najvećoj mogućoj mjeri mogao opisivati i vrijediti za što više različitih interakcija.
- U dimenziji koja povezuje mikro i među razinu okoline organizacije, organizacija se smatra centralnim blokom koji komunicira s vanjskim blokovima, a težnja je ne učiniti distinkciju između takvih blokova, već ih interaktivno povezati adekvatnim alatima.

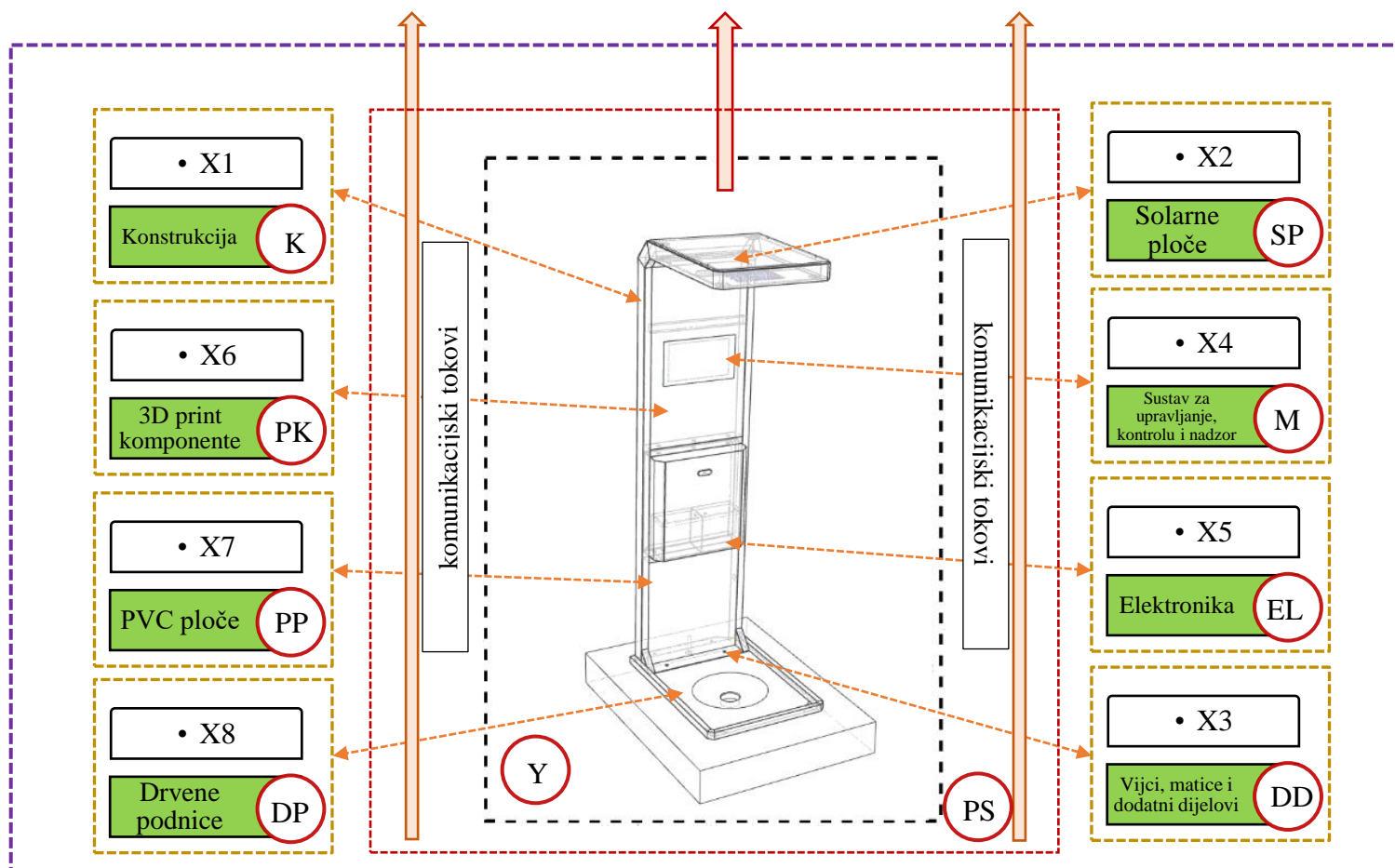
- Koncentracija je na razvoj novog proizvoda, pametnog tuša „UNNI“ (u daljnjem tekstu Y), uz čiji se radni tok razvoja paralelno vršila analiza komunikacijskih aktivnosti. Dakle, svrha razvijenog modela i naknadne mreže bi bila poboljšanje takvih aktivnosti u smislu eliminacije navedenih nedostataka i problema u analizi literature u što većoj mogućoj mjeri.

3.3. Kodifikacija i označavanje

Na temelju glavnih komponenti sustava će se vizualizirati podjela s ciljem dobivanja šire slike procesa kao i poimanja komunikacijskih pravaca u razvoju. U prikazima su objašnjeni načini označavanja potrebnih faktora koji će se koristiti u daljnjoj analizi, kao i ostalih faktora vezanih uz temu.



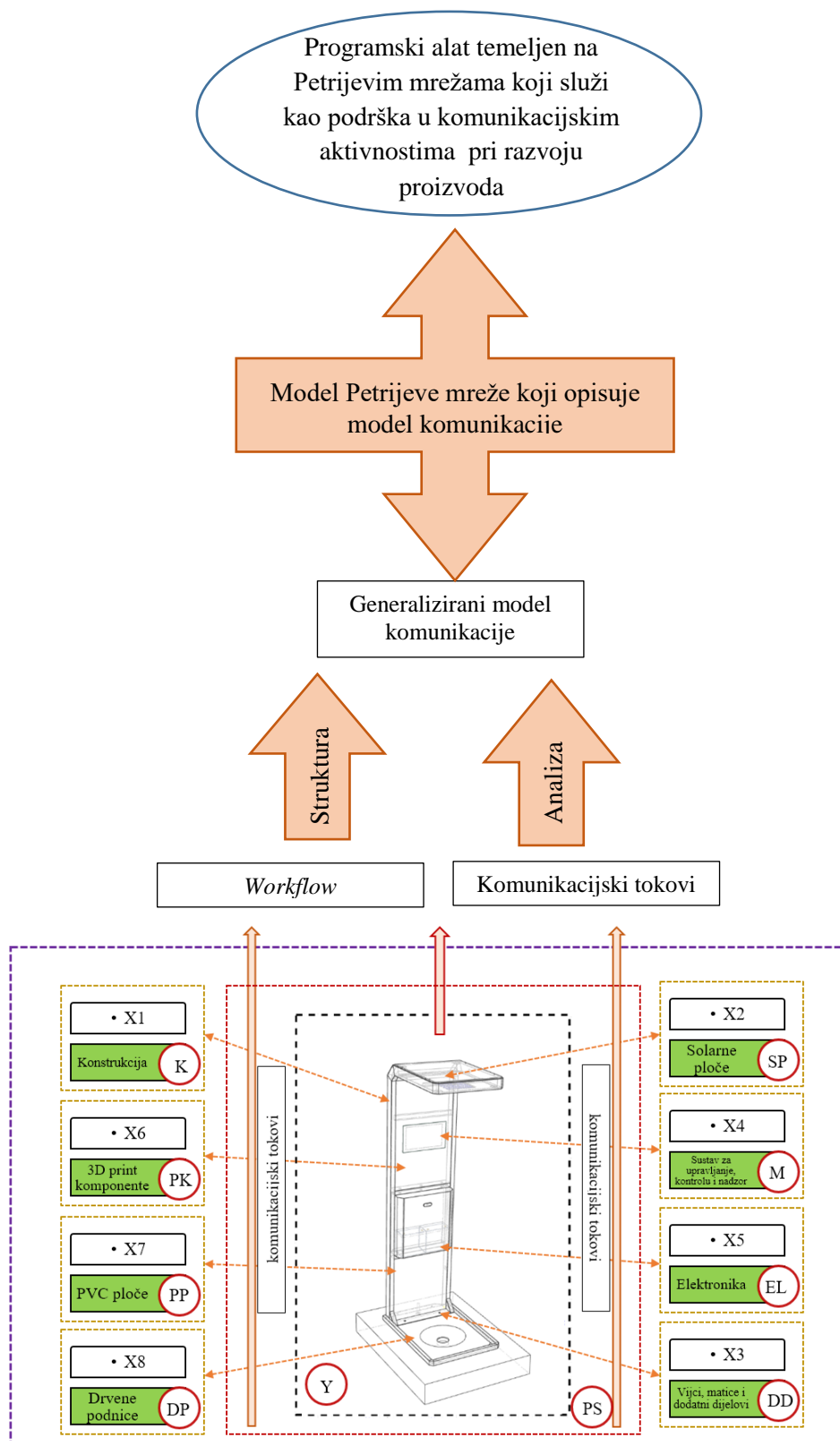
Slika 28. Pregled faza razvoja proizvoda u okviru komunikacijskih aktivnosti



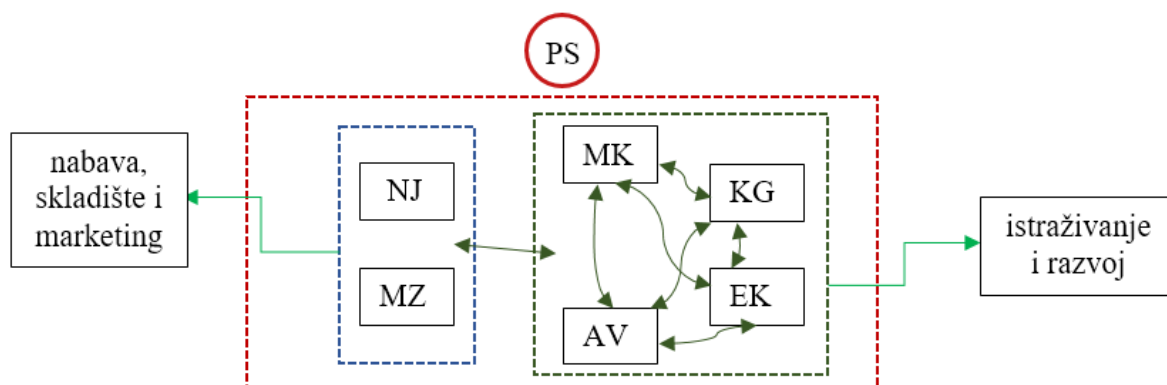
Tumač:

----- domena tvrtke - - - - - domena proizvoda - - - - - domena sudionika - - - - - domena okoline ○ domena komponente

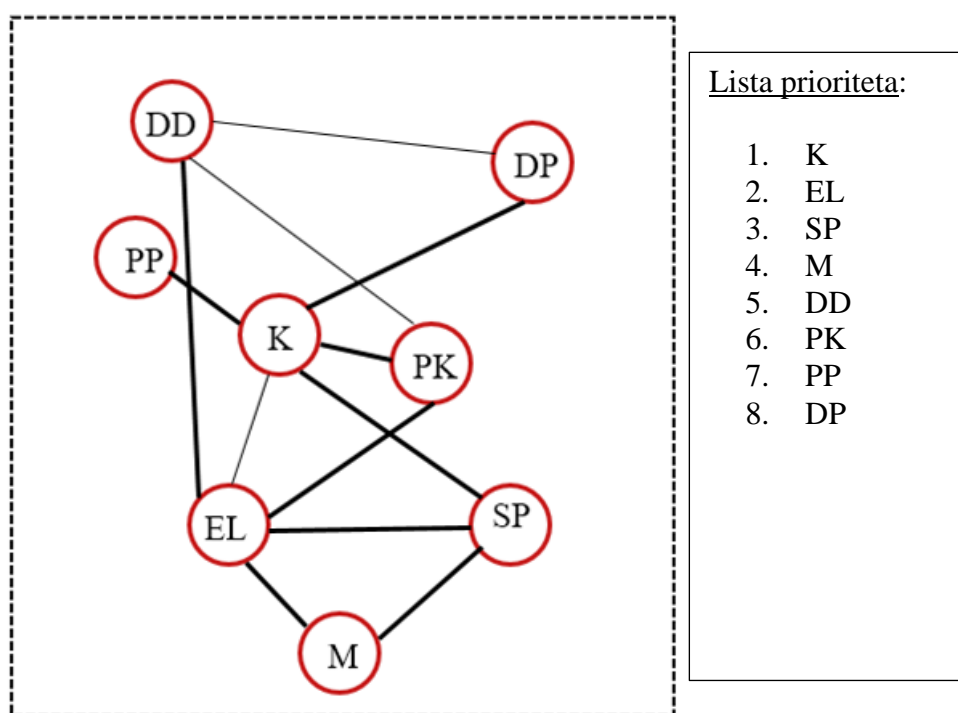
Slika 29. Prikaz domena u interakciji uz primjer označavanja



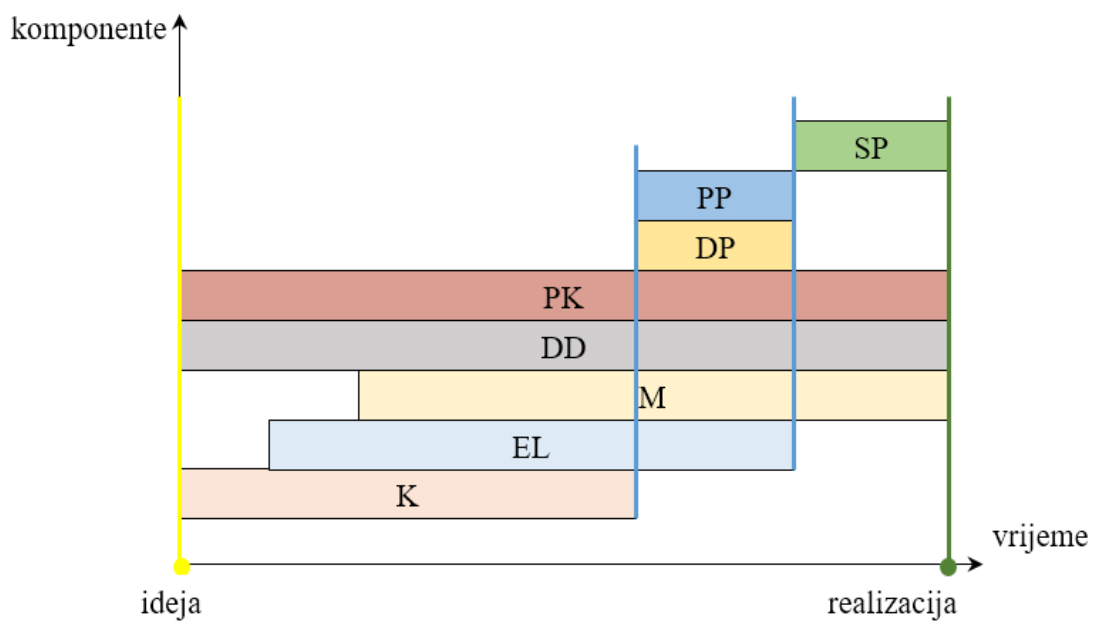
Slika 30. Tijek istraživanja i analize uz prikaz krajnjih ishoda



Slika 31. Shema trenutnih komunikacijskih puteva unutar tima PS



Slika 32. Shema korelacija između komponenata proizvoda Y; debljina linije naznačava jačinu veze, dok lista prioriteta označava važnost pojedine komponente



Slika 33. Procjena vremenskog slijeda kreiranja i razrade pojedinih komponenata u razvoju, od ideje do realizacije; jasno je vidljivo kada se koja komponenta se može početi konfigurirati zbog njihove međuovisnosti

3.4. Prikaz i analiza provedenog intervjua

Prikazat će se rezultati intervjuiranja projektnih menadžera na temelju kojih se dalje zaključuje o komunikacijskim obrascima, s time da se u ovoj fazi zasebno proučava komunikacija unutar tima te komunikacija s vanjskim sudionicima.

Tablica 11. Rezultati intervjua (tim)

Pitanja vezana uz razvojni tim
Pitanje 1: S kojim izazovima ste se susreli na početku i tokom razvojne faze (dakle, od ideje do konačne varijante koja je išla na proizvodnju) unutar tima?
Odgovor: Svatko u timu u početku ima drugačiju viziju konačnog proizvoda. Zajednička je početna ideja koja se sastoji od jedne grube skice i generalnog opisa proizvoda, ali detalje svaki pojedinac zamišlja drugačije. Ovdje je potrebno uložiti jako puno vremena i truda kako bi se korak po korak prošli svi dijelovi proizvoda i definirali okviri u kojima proizvod mora ostati. Uvijek će se netko u timu malo odvojiti od onoga što je dogovoreno i onda treba usklađivati razvoj naknadno s ostatkom tima na što inovativniji način, kako se nebi gubilo vrijeme i radilo sve iz početka.
Zaključak: Važno je uspostavljati dijeljeno shvaćanje i formirati stanje sveopće informiranosti kroz razvojni proces. Razvoj inovativnog načina dijeljenja informacija pri razvoju bi potencijalno mogao eliminirati nedostatke u trenutnom stanju.
Pitanje 2: Kako možete opisati komunikaciju unutar tima pri razvojnem procesu (dijeljenje informacija, kooperacija...), dakle, na koji način teče i koji faktori utječu na nju?
Odgovor: Komunikacija između tima može se podijeliti u nekoliko smjerova. Tim za vrijeme radnog vremena komunicira na sastancima i u timskim zadacima dok se izvan radnog vremena ili izvan zajedničke prostorije komunikacija vrši putem e-pošte ili društvenih mreža. Za složenije dijelove proizvoda ili neplanirane situacije koriste se i napredni alati za komunikaciju kao što su <i>DaPulse</i> , <i>Trello</i> ili lokalni server putem kojih se unutar tima razmjenjuje puno dokumenata i nacрта. Komunikacija se vrši najviše na početku radnoga dana, gdje se što pokušava što jasnije iskomunicirati određene zadatke u timu, a zatim se po potrebi daju dodatna objašnjenja, odgovori na pitanja i daljnja uputstva. Potencijalni komunikacijski problem je povremena preširoka perspektiva; zna se dogoditi da se npr.

prilikom brainstorminga izgubi nit trenutne teme i aktivnosti, tu napominjem opet kako je važno što prije zajednički shvatiti okvire razvoja. Naglasio bih kako je komunikacija vrlo važna stavka u razvoju te primjećujem postupno usklađivanje i stvaranje zajedničke okoline kroz razvojni proces novoga tima.

Zaključak: Funkcioniranje komunikacije u timu je, s obzirom na okolinu i uvjete, zadovoljavajuć. Korišteni alati su se pokazali pouzdanim načinom komunikacije i razmjene podataka unutar tvrtke, a na ostale čimbenike (pretežito sociološkog karaktera) se vrlo teško može utjecati te se zaključuje kako okolina diktira ponašanje tih čimbenika i samo će se naglašavanjem kolaboracije te osjećaja pripadnosti i sveopće informiranosti moći održavati optimalna atmosfera.

Pitanje 3: Uočavate li probleme u komunikaciji pri razvoju i što mislite u čemu je izvor problema?

Odgovor: Problemi su neizbježni, oni nastaju jer je jako puno neodgovorenih pitanja u početku i samo sastancima (brainstormingom) se može pronaći rješenje. Onog trenutka kada jedna osoba stvori probleme u komunikaciji, to stvara problem čitavom timu jer oni moraju čekati na njih, a u tom trenutku team leader treba sazvati sastanak za brainstorming da se vidi nastanak problema ili zastoja i predloži moguće rješenje.

Zaključak: Sastanci licem u lice se pokazuju najboljom i najpouzdanijom metodom komunikacije.

Pitanje 4: Koja je Vaša perspektiva u daljnjim pravcima razvoja (vezano uz komunikaciju, dakle, kako mislite da bi ona trebala izgledati u Vašim budućim razvojnim procesima)?

Odgovor: Još puno truda i novca je potrebno uložiti kako bi komunikacija u timu bila učinkovitija i brža. Na tržištu postoje puno bolja rješenja za komunikaciju ali su skupa i neisplativa za male tvrtke gdje su timovi manji od 10 ljudi. Svakom članu tima potrebno je bolje definirati radne zadatke i dodijeliti nadležnu osobu kojoj se isti može obratiti (za to je opet potreban i veći broj ljudi-zaposlenika). Napredak vidim u smislu boljeg organiziranja zadataka i što potpunijeg komuniciranja njihovog sadržaja, kao i konstantno obavješćavanje o postojećem stanju.

Zaključak: Sastanci licem u lice se pokazuju najboljom i najpouzdanijom metodom komunikacije.

Iako je riječ o vrlo mladoj *start-up* tvrtki, već se i u ovoj fazi rada promatranjem i komunikacijskom analizom mogu utvrditi slični zaključci koji bi se mogli evaluirati razmatranjem razvojnih timova i na puno većoj skali. Zaključuje se kako je prikaz korelacija temeljen na istraživanju (Slika 4) vjeran prikaz stanja jačine povezanosti međutjecajnih faktora. Uzajamno povjerenje i kolaboracija su se pokazali najvrijednijim faktorima, dok su uloge i odgovornosti već od samog početka rada tvrtke na velikoj razini sličnosti. One se u proučavanom okruženju ne naglašavaju nužno, niti se različiti akteri odvajaju u generalnom smislu, osim pri dakako izvršavanju svojih aktivnosti u kontekstu svojih vještina i osim jasno postojećeg tim lidera. Primjerice, studija [46] potvrđuje kako se učestalost neprimjerenih komunikacija smanjila nakon što je nekoliko operatera djelovalo kroz isti tip uloge kao i drugi operateri, obzirom da se jednostavno i učinkovito međusobno mogu podržati. Trenutni princip pri razvoju je „svi znaju sve“, što se pokazalo izvrsnom konotacijom jer se nerijetko pri promatranju uočio komunikacijski tok u kojemu su svi akteri doprinijeli na određen način (dakle, nije bilo redundancije niti nesigurnosti). To se i u konačnici pri daljnjim fazama pokazalo vrlo korisnim; obzirom da je tim sveopće informiran, komunikacijski lanac se širi te su tako i brojne korisne informacije i rješenja stigla upravo iz neočekivanih izvora (smjerova), što je rezultat takve atmosfere. Nadalje, kako je gruba procjena da se tim prilikom razvoja oko 30% svoga vremena služio upravo računalom i računalnim programima za međusobnu komunikaciju, vjeruje se kako će taj udio s vremenom sve više rasti. To znači kako će verbalna komunikacija postupno isčezavati, no to ne bi smjelo ustupiti mjesta pogreškama, već obrnuto; stvoriti interaktivnog virtualnog aktera koji uvelike pomaže podršci i organizaciji raznoraznih podataka i parametara. Za tvrtku se smatra da će i dalje koristiti navedene programe te implementirati nove, inovativnije. Kao generalni zaključak vezano uz komunikaciju u timovima, prikazuje se shema koja vrlo zorno prikazuje kroz koje se dimenzije stvara fleksibilnost organizacije u smislu održive kompetitivne prednosti.



Slika 34. Industrijska fleksibilnost u terminima tehničke komunikacije [54]

Tablica 12. Rezultati intervjua (vanjski sudionici)

Pitanja vezana uz vanjske sudionike
Pitanje 1: Koliko vanjskih jedinica je uključeno u projekt?
Odgovor: Uključeno je dosta partnerskih tvrtki, neke od njih pomažu pri samom razvoju dijelova proizvoda a neke u proizvodnji. Najbitnije su X1, tvrtka koja po narudžbi proizvodi konstrukcije za naše proizvode, X2 koja razvija zajedno s nama softverski dio za upravljanje tuševima na daljinu, X3 tvrtka koja za nas proizvodi plastične PVC ploče koje se ugrađuju u tuš te X4 tvrtka koja za nas proizvodi solarne ploče po mjeri. Ostale tvrtke uglavnom imaju standardizirane proizvode koje nam prodaju po potrebi.
Pitanje 2: Na koje načine ste komunicirali s vanjskim sudionicima ?
Odgovor: Komunikacija s vanjskim sudionicima je najčešća putem e-pošte i telefonski uz redovne sastanke po potrebi.
Pitanje 3: Na koje ste probleme naišli prilikom komuniciranja s vanjskim sudionicima?
Odgovor: Dosta vanjskih tvrtki je zauzeto svojim primarnim poslovanjem i brojnim drugim klijentima te tu nastaju problemi u kašnjenju prilikom odgovaranja na e-mailove i kašnjenja s isporukom robe. Ti su problemi doveli do potrebe potpisivanja ugovora o suradnji kako bi se izbjegli budući problemi. Uočeni su i problemi vanjskih poslovanja u smislu nepoštivanja dogovorenih rokova, čime se razvojni proces odužuje i čini nesrazmjer prema planiranim isporukama proizvoda.
Zaključak: Uočava se potreba za stvaranjem jasnije i bliže okoline između sudionika u komunikaciji.
Pitanje 4: Kako su organizirani sastanci sa vanjskim sudionicima? Koji je vaš komentar na sastanke, njihov tijek, prosječno trajanje i ishod (svrha)?
Odgovor: Sastanci su organizirani većinom u pogonima kod suradnika kako bi mi kao tvrtka kupac provjerili kvalitetu i stanje pogona gdje se naši dijelovi proizvode. To su vrlo dugački

sastanci gdje se prolazi kroz sve faze izrade/konfiguracije komponenata i zajednički pokušavaju unaprijediti postojeći procesi.

Zaključak: Sastanci licem u lice se pokazuju najboljom i najpouzdanijom metodom komunikacije.

Pitanje 4: Što mislite koji faktori utječu na komunikaciju s vanjskim sudionicima?

Odgovor: Jako puno faktora utječe na komunikaciju, najčešće je problem velika udaljenost između poslovnih subjekata što komunikaciju svodi na e-mail i telefon. Prilikom takve komunikacije često se dogode nesporazumi ili zapisivanje krivih informacija.

Zaključak: Potreba za kvalitetnijim načinom bilježenja i prijenosa relevantnih informacija.

Pitanje 4: Na koji način dokumentirate ishode sastanaka/komunikacija s vanjskim sudionicima?

Odgovor: Trenutno se sastanci ne dokumentiraju osim u nekim slučajevima kada se nakon sastanka dogovoreno šalju određeni podaci u pismenom obliku putem e-pošte kako bi se izbjegle situacije zaboravljanja informacija ili usmenim putem izmjene podaci bitni za proizvodnju (parametri).

Zaključak: Potreba za dokumentiranjem relevantnih informacija u komunikaciji je značajna.

3.5. Prikaz i analiza komunikacijskih scenarija

Na temelju prikaza (Slika 29), za neke od vanjskih faktora (X_1, X_2, \dots) će se dati koncizni prikaz uočenih obrazaca komunikacije prilikom ispitivanja.

Napomena: Komunikacija koja se pročava u ovome radu je vremenski situirana oko crvene crte u (Slika 28).

Tablica 13. Analiza komunikacijskih scenarija u tvrtki PS

X1		
Lokacija	udaljen	
Načini komunikacije		procjena učestalosti, %
	sastanci	40%
	e-pošta	30%
	telefonski poziv	30%
Uobičajeni tijek komunikacije	<p>Nakon generiranja ideja i kreiranja varijante za kretanje u izradu prototipa proizvoda Y, uspostavio se kontakt sa sudionikom X1, koji je odabran za izvođenje radova rezanja, pripreme i zavarivanje metalne konstrukcije. Prve su se interakcije ticale većinom izbora materijala konstrukcije, obzirom na zahtjevnu okolinu djelovanja proizvoda (morska sol, klor, itd.). Prvotna tehnička dokumentacija je komunicirana putem e-pošte, nakon čega je uslijedilo još par poziva vezano uz nejasnoće među sudionicima. Nakon izrade prve verzije, organizirao se posjet sudioniku X1 i pregled konstrukcije. Uočeni su nedostaci te dogovoreni daljnji pravci razvoja i izmjene. Zatim je izrađena druga verzija konstrukcije te je uslijedio ponovni pregled i dogovor oko krajnjih izmjena, koje su se iskomunicirale licem u lice, sastankom u hali za sklapanje. Prototipna verzija je uslijedila nakon krajnjih izmjena.</p>	

Zaključci o komunikaciji i ishodima i uočeni problemi	Pri promatranju dotične komunikacije, uočeno je kako tok komunikacije teče zadovoljavajuće u smislu razmjene podataka i naputaka. Uočena je nepodržanost određenih formata datoteka i 3D modela komponenata kod strane sudionika X1, što se riješilo dogovorom oko korištenja određenih formata pogodnih za obje strane. Također, uočeno je kako se informacije o izmjenama parametara i daljnjim uputama prilikom sastanaka zapisuju na papir, bez jasno definiranog načina unosa, pohrane, autora bilješki i sl., za što se zaključuje da je neorganiziran i nepovoljan način. Nakon zaprimanja prvotnih verzija konstrukcije, uočene su sitne izmjene koje se nisu uklapale u definirane parametre konstrukcije, za što se zaključuje kako je potencijalno riječ o propustima u komunikaciji i nekontroliranoj izmjeni podataka. Krajnji uočeni problemi su vezani uz poslovanje sudionika X1, u smislu nepoštivanja dogovorenih rokova prema proučavanoj tvrtki i ne komuniciranja o istome, što je dakle rezultiralo kašnjenjem u razvoju i sveopćem neznanju o stanju izvršavanja radova.	
X2		
Lokacija	udaljen	
Načini komunikacije		procjena učestalosti, %
	sastanci	10%
	e-pošta	70%
	telefonski poziv	20%
Uobičajeni tijek komunikacije	Nakon upoznavanja s detaljima poslovanja sudionika X2 i njihovim proizvodima, sastancima na licu mjesta su se iznijeli i definirali konstrukcijski parametri za potrebnu komponentu. Daljnja komunikacija je tekla bez poteškoća, najviše putem e-pošte. Tvrtka je zaprimila ponudu i nacрте	

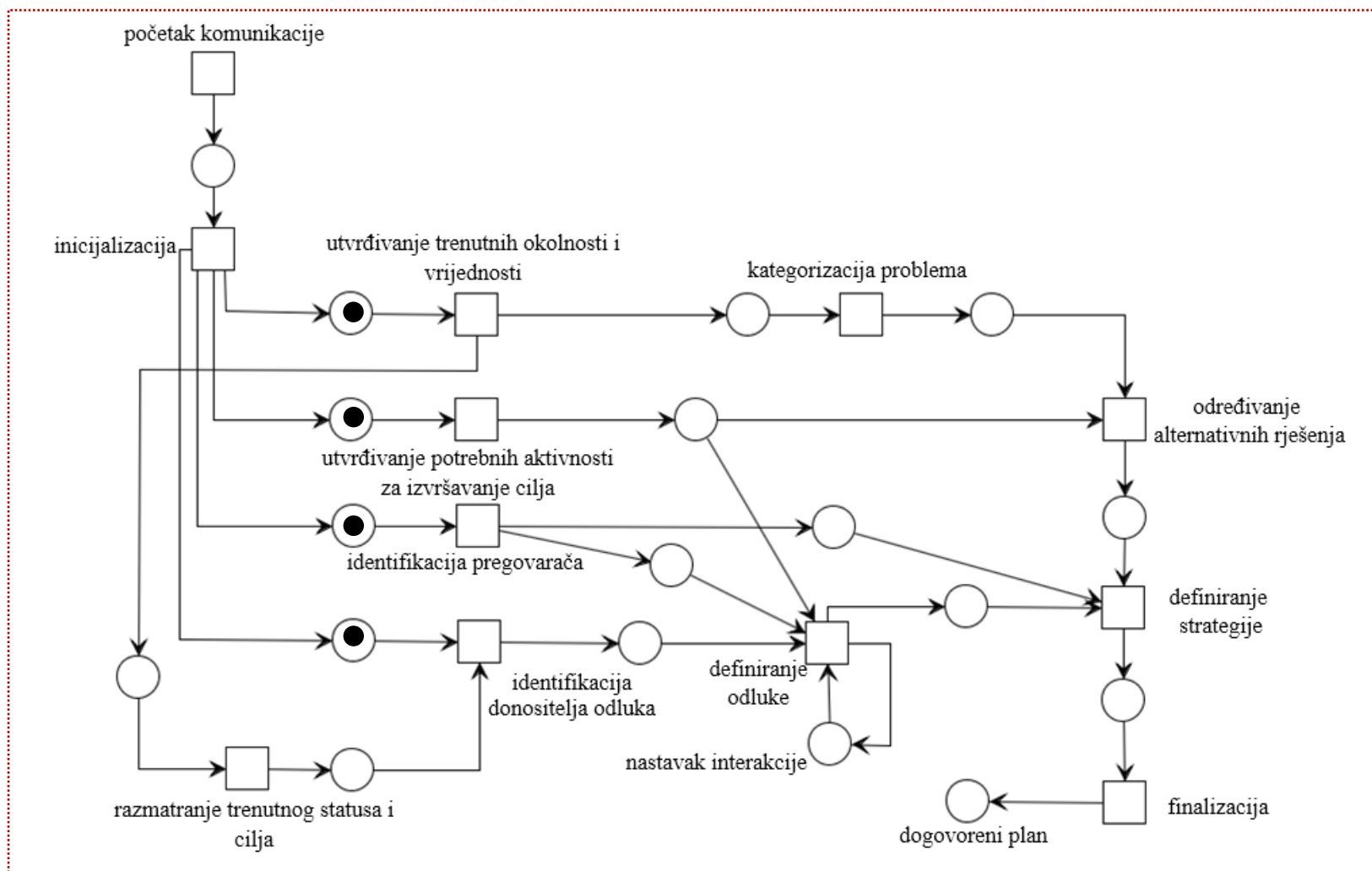
	sklopljene definirane komponente od strane X2, te je uslijedila daljnja revizija i iteracije, s obzirom da se radi o komponenti koja napaja čitav sustav te je velik broj međuovisnosti koje postoje između dotične komponente i ostalih komponenata proizvoda. U aktualnim komunikacijskim scenarijima, uočili su se povremeni vremenski izdaci u vidu pregovora zbog specifičnosti parametara koje je tvrtka naručitelj definirala te usklađivanja istih sa postojećim parametrima pri proizvodnji u X2.	
Zaključci o komunikaciji i ishodima te uočeni problemi	U dotičnoj interakciji bi trebalo uspostaviti jaču povezanost zbog uočene visoke međuovisnosti komponente sa ostatkom sustava, dakle, temeljit, redovan i jasan stvarni prikaz stanja se mora na adekvatan način komunicirati prema sudioniku X2, kako bi proizvod imao ispravne parametre. Zbog uočene specifičnosti zahtjeva od strane PS, zaključuje se kako bi prijenos takvih podataka bilo vrijedno dokumentirati, odnosno, ispravno bilježiti zahtjevano parametre i upite vezano uz njih. Tako će se komunikacija u budućnosti između sudionika izbalansirati, bez zastoja i nerazumijevanja.	
X3		
Lokacija	blizu lokacije tvrtke	
Načini komunikacije		procjena učestalosti, %
	sastanci	60
	e-pošta	10
	telefonski poziv	30%
Uobičajeni tijek komunikacije	Zbog mogućnosti vanjskog suradnika na redovne dolasku u tvrtku PS, komunikacija je najviše tekla putem sastanaka. Uočeno je kako se tijekom takvih sastanaka informacije, parametri te ponajviše zahtjevi na okolinu u koju će proizvod	

	Y biti implementiran pomno bilježe i dokumentiraju. Na temelju dobro zabilježenih i jasnih podataka, sudioniku X3 je mnogo lakše u daljnoj konfiguraciji potrebnih komponenata te je time izbjegnuta dvosmislenost, nesigurnost i nesvjesnost o pravom stanju.	
Zaključci o komunikaciji i ishodima i uočeni problemi	Obzirom da sudionik X3 kroz brojne iteracije odabire adekvatne komponente, važno je potpuno i jasno definiranje svih zahtjeva i parametara. Uočio se problem kod nefunkcioniranja jedne od naručenih komponenata iako su svi zahtjevi bili ispravno definirani. Zaključuje se kako je riječ o nepoznavanju ponašanja dotičnog materijala, obzirom da se u proizvodu koriste dosta specifični materijali, što predstavlja nekontrolirani utjecaj. Pri analizi komunikacijskog scenarija sa sudionikom X3, zaključuje se kako su tijekom i ishodi vrlo usklađeni sa aktualnim izmjenama proizvoda, odnosno, temeljitim i opsežnim razgovorima i pregovorima su se prevazišle i najsitnije komplikacije vezano uz proizvod. Može se reći kako je tome razlog izvrsno poznavanje vanjskog suradnika tvrtke X3 o spektru i svojstvima traženih komponenata, adekvatan prikaz stanja kroz kataloge sa svim potrebnim parametrima te postavljanje pravih pitanja od strane PS i daljnje smisleno dogovaranje.	
X4		
Lokacija	blizu lokacije tvrtke / udaljen	
Načini komunikacije		procjena učestalosti, %
	sastanci	20
	e-pošta	70
	telefonski poziv	10%

Uobičajeni tijek komunikacije	<p>Interakcija sa sudionikom X4 je specifična iz više razloga. Glavna komponenta koja usklađuje čitav proces nadzora i upravljanja u proizvodu Y zahtjeva razvoj od strane X4, obzirom da rješenje za dati slučaj nije postojao. Iako je X4 imao vanjskog suradnika, koji je dolazio na sastanke u PS, ključne informacije su se prenosile isključivo putem e-pošte. Razlog tome je udaljenost razvojnog tima i vrlo otežan uvid u pravo stanje, obzirom da je putem e-pošte bilo komplicirano prenositi toliku količinu informacija. Komunikacija je, nakon slanja dovoljnih zahtjeva i parametara, tekla vrlo sporo (neučestalo provjeravanje maila kod strane X4, zastoji zbog nedovoljne komunikacije u smislu da se u jednom upitu/odgovoru moglo više toga reći i naglasiti, jer se u protivnome nepotrebno produžuje komunikacija i razvoj.</p>
Zaključci o komunikaciji i ishodima i uočeni problemi	<p>Komunikacija putem e-pošte se u ovakvim slučajevima nije pokazala kao najbolje rješenje. Zbog kompleksnosti samih zahtjeva (riječ je o sustavu nadzora i upravljanja, koji se sastoji od velike količine elektroničkih komponenata), uočava se velika potreba za sastancima licem u lice, što se nije dalo lako organizirati zbog udaljenosti i vremena. U ovome scenariju je uočeno najviše problema (neznanje o stanju i potrebama, dvosmislenost, nedovoljna definiranost, nesigurnost i komunikacija slabih karakteristika). Također, uočena je potreba za puno jačom povezanosti i općem stanju informiranosti, jer sustav kojeg razvija X4 ima vrlo visoku razinu međuovisnosti sa ostalim komponentama proizvoda Y.</p>

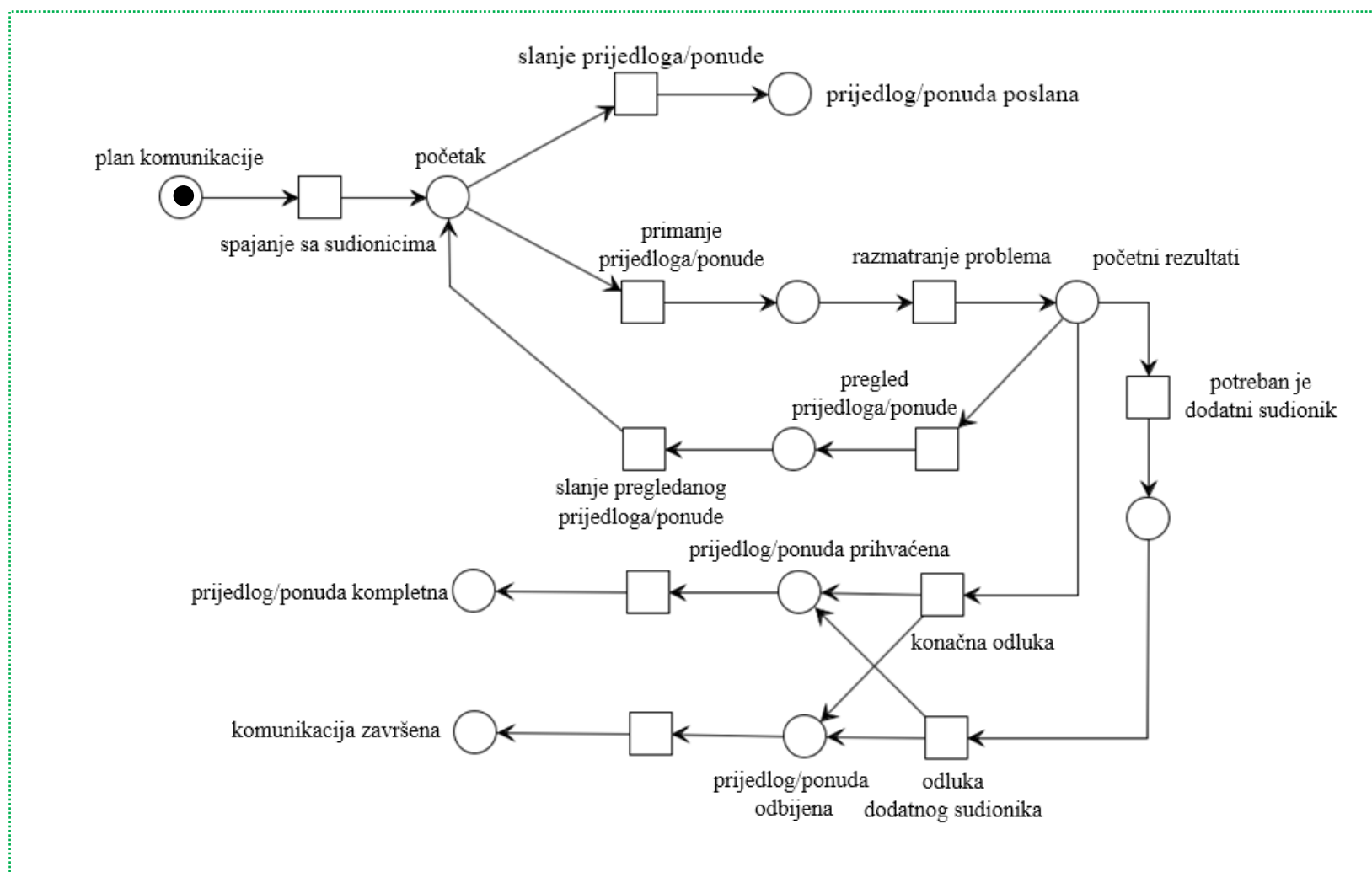
3.6. Vizualizacija procesa korištenjem Petrijevih mreža

Za uočene obrasce komunikacijskog ponašanja će se prikazati jednostavni modeli toka komunikacije napravljeni uz pomoć Petrijevih mreža (koristeći *open-source* programski alat dostupan na Internetu, ***PNEditor***). Također će se prikazati i simulacije ostalih važnijih procesa u poslovanju, a cilj je jasnija vizualizacija tokova (u kontekstu zadatka), odnosno, temelj za alat kao podrška razvojnim procesima (inženjerstvo sustava, modeliranje procesa i različite Petrijeve mreže, što bi spadalo u mnogo kompleksniji zadatak).



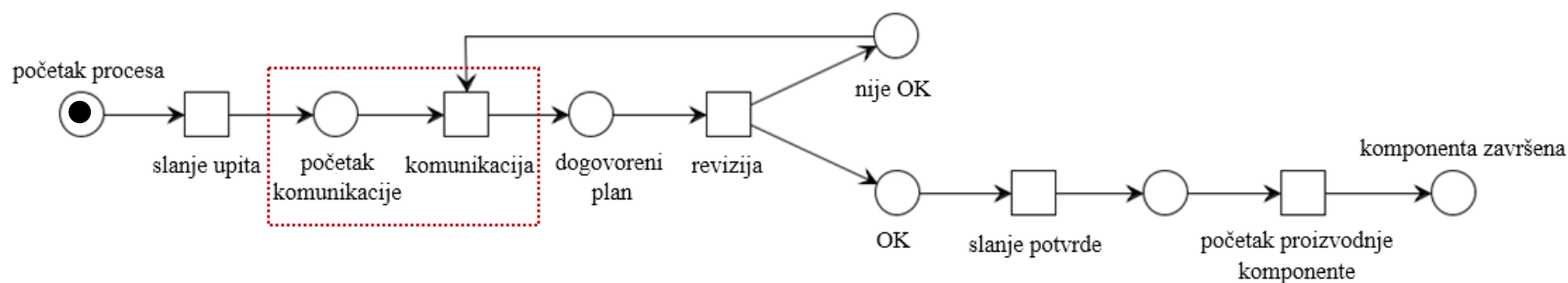
Slika 35. Primjer Petrijeve mreže za proces komunikacije (pregovaranja)

Izvor: [47]

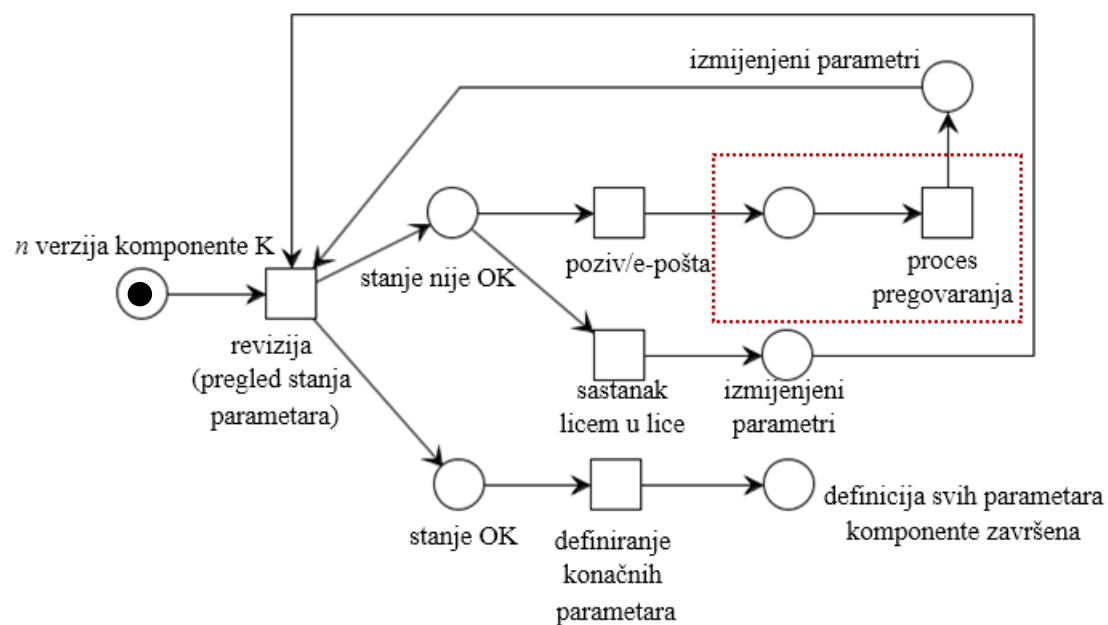


Slika 36. Primjer Petrijeve mreže za proces generiranja prijedloga/ponude između sudionika u komunikaciji

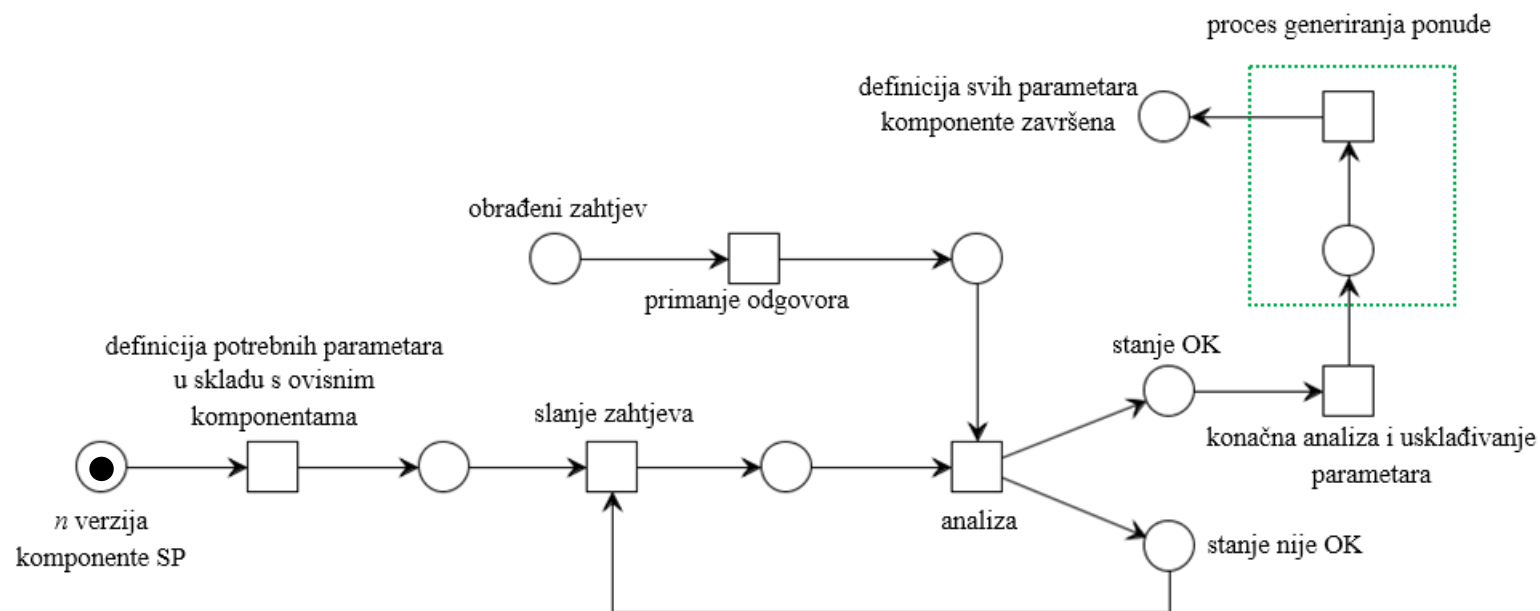
Izvor: [47]



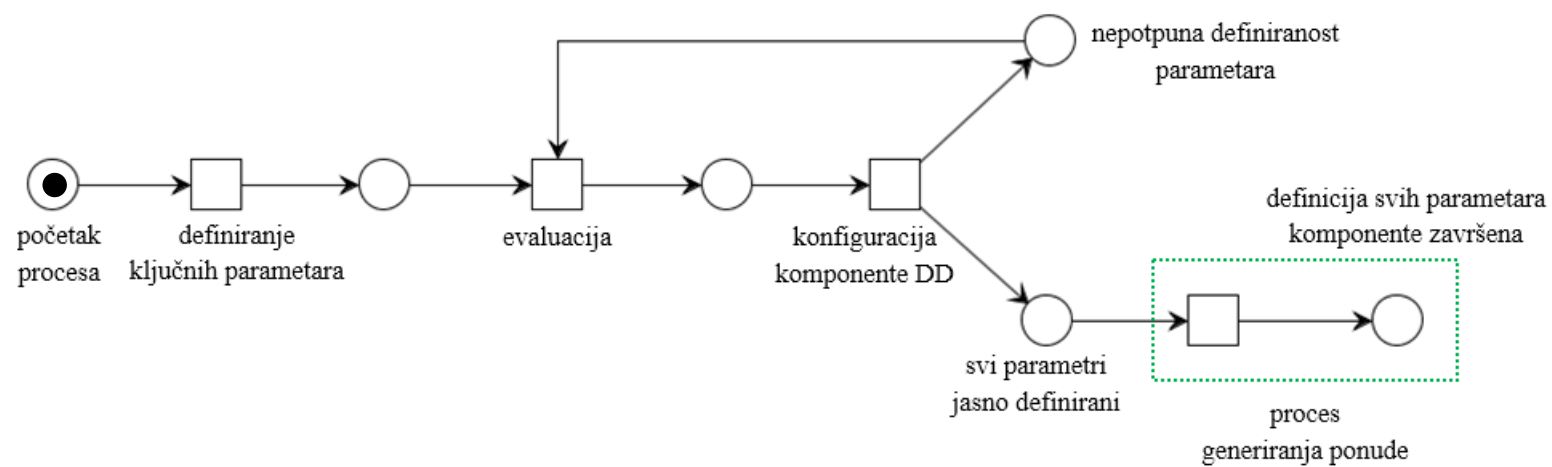
Slika 37. Simulacija komunikacijskog procesa sa sudionikom X1 korištenjem Petrijevih mreža



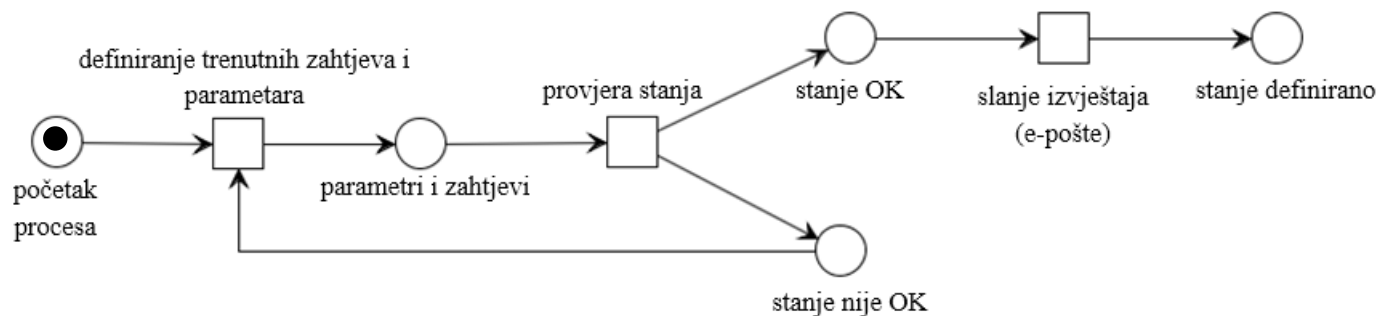
Slika 38. Simulacija revizije komponente tj. definicija konačnih parametara komponente K



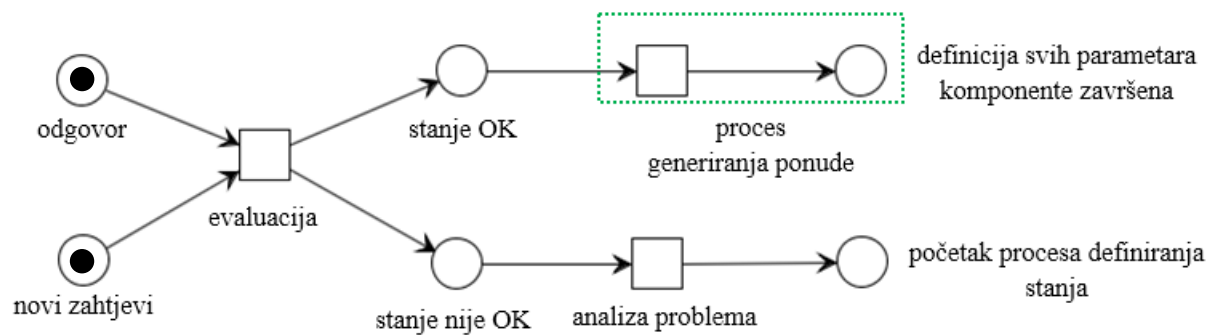
Slika 39. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X2, tj. definiranje potrebnih parametara



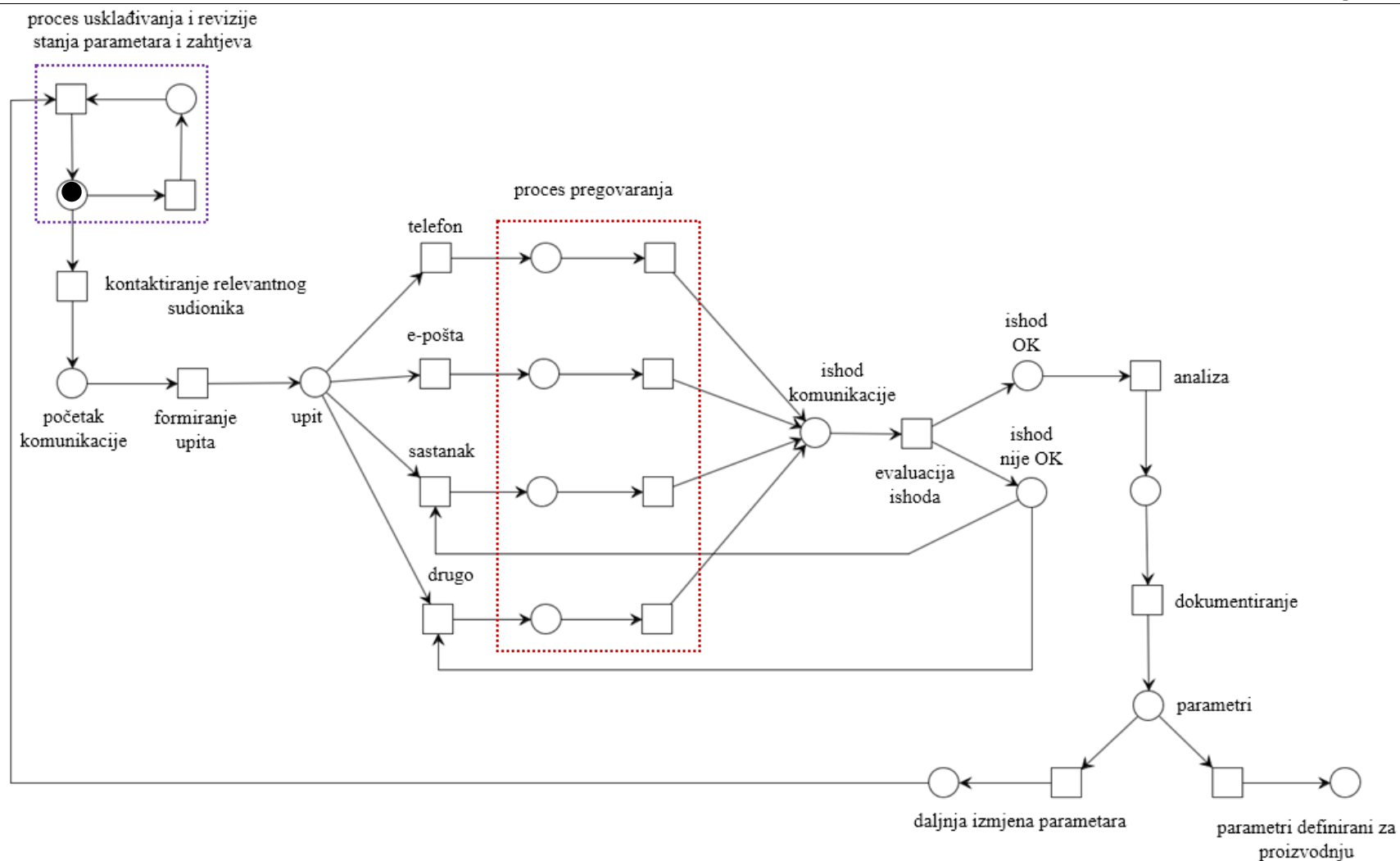
Slika 40. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X3, tj. definiranje potrebnih parametara



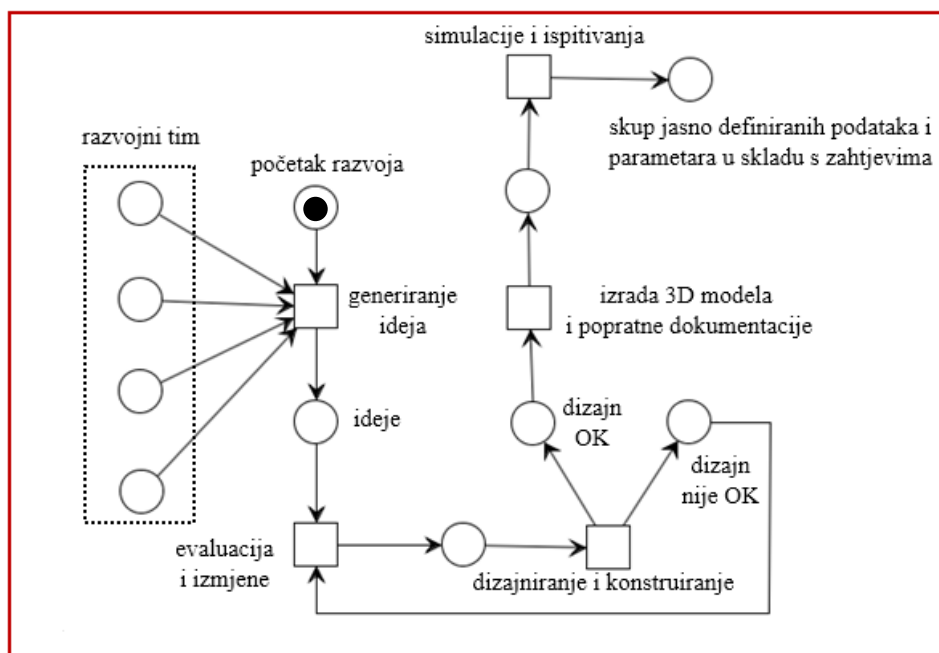
Slika 41. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X4, tj. definiranje stanja u određenoj fazi pregovora



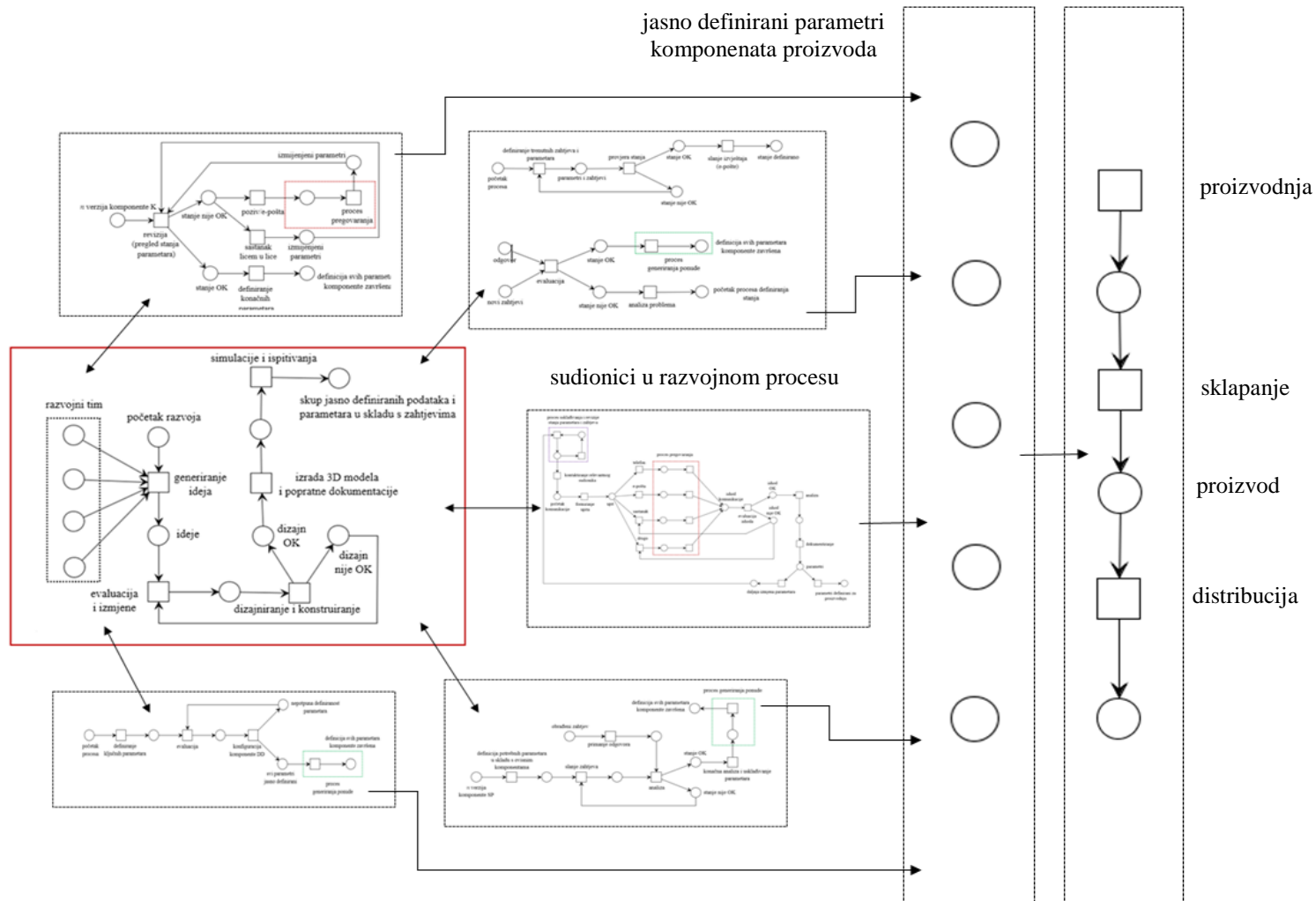
Slika 42. Simulacija procesa komunikacije sa sudionikom X4, tj. definiranje potrebnih parametara



Slika 43. Generalna simulacija procesa konstruiranja



Slika 44. Simulacija aktivnosti u razvojnom timu



Slika 45. Konačna simulacija razvojnog procesa i popratnih komunikacijskih aktivnosti sa sudionicima

Petrijeve mreže pružaju mogućnost eksplicitnog izražavanja ponašanja, vremena i interakcije među uključenim događajima te aktivnosti kroz svoju grafičku predodžbu. Također, omogućen je model aktivnosti sa jednoznačnom semantikom (izbjegavanje dvosmislenosti!). Petrijeve mreže se smatraju matematičkim modelom za sustave s reguliranim protokom informacija, a s obzirom da je njihova struktura ustvari bipartitni graf, praćenje različitih puteva izvršavanja se može jasno pratiti i analizirati. Iz mreže (Slika 35) se može jasno vidjeti koje komponente su potrebne za podršku različitih formi komunikacijskih aktivnosti. U datoj mreži, nakon početka komunikacije i inicijalizacije, četiri tokena se postavljaju na ulazna mjesta, nakon čega slijedi izvršavanje prikazanih aktivnosti paljenjem tranzicija. Sličan princip vrijedi i za ostale prikazane mreže. Mreže u obojanim pravokutnicima se pojavljuju u drugim mrežama što znači da se mreža u svojem toku procesa poziva na drugu mrežu (pojedine Petrijeve mreže to podržavaju). U mrežama se moguće pozivati i na druge objekte, primjerice različite dokumente potrebne u razvojnom procesu. Napominje se kako su prikazane mreže pojednostavljen i općenit prikaz uočenih procesa i obrazaca. Petrijeve mreže su vrlo moćan alat koji predstavlja čitavu znanost za sebe. Dobro je znati kako se u današnjim industrijama, pogotovo pri proizvodnji, sklapanju, planiranju rasporeda i automatizaciji usvajaju modeli temeljeni na vremenskim Petrijevim mrežama, što bi se svakako dalo implementirati i u zadatku ovoga rada, no to izlazi iz opsega zadatka. Ovakve aktivnosti bi se dale modelirati i naprednijim tipovima Petrijevih mreža (primjerice obojane Petrijeve mreže). Važno je dobro sustavno pratiti tok razvoja i poslovanja, odnosno njegovu dinamiku, a u inženjerskim kontekstima je, kao što se vidi, od iznimne važnosti i praćenje konstrukcijskih i ostalih parametara pri razvoju [48]. Globalno, Petrijeve se mreže pokazuju vrlo korisnima ([49], [50], [51], [52], [53] i brojne druge reference).

4. ZAKLJUČAK

Kontekst Diplomskoga rada je kompleksne prirode obzirom da je riječ o temi koja uključuje velik broj različitih područja znanosti, počevši od sociologije i kognitivnih znanosti pa sve do upravljanja projektima, razvojem i proizvodnjom. Nakon izvršenog uvida u literaturu, u kontekstu komunikacije i tima zaključuje se koje stavke treba posebno naglašavati i konstantno poboljšavati. To su koordinacija, kolaboracija i osjećaj pripadnosti (svrhe). Različitim alatima je moguće ubrzati i optimizirati razvojni proces vezano uz komunikacijske aktivnosti, kojih danas ima sve više i više te su ti alati svakim danom sve napredniji. U kontekstu komunikacije s okolinom, kompleksnost se povećava te je takav proces puno teže pratiti. Evidentno je postojeće stanje i zahtjevnost razvoja alata koji bi podržali spomenute procese, te se razmatra iz vrlo široke perspektive u pristupu takvome modeliranju. U radu je izvršena analiza postojećih komunikacija u tvrtki, na temelju koje se zaključuju i potvrđuju stavke iz literature. Nakon uočenih komunikacijskih obrazaca i usporedno s postojećim radnim tokom i načinom poslovanja tvrtke isti se mogu generalizirati i modelirati alatom te bi poslužio kao temelj za brojne aktivnosti: praćenje, vizualizaciju, kontrolu ili automatizaciju procesa. Petrijeve mreže kojima su se vizualizirali uočeni procesi su prikazane samo kao jednostavni model; ovdje preostaje još mnogo detaljnijeg i podrobnijeg rada, istraživanja te modeliranja. Naprednijim alatima i pristupima bi se ovakvi procesi mogli dovesti do željenog statusa čime bi se potom sve lakše mogli kontrolirati i izvoditi razvojni procesi, koji će potom rezultirati učinkovitošću, poboljšanjem radnih aktivnosti, optimizacijom i boljim ishodom – proizvodom.

LITERATURA

- [1] J. Clarkson, C. Eckert i M. Stacey, »Information flow in engineering companies: Problems and their causes,« ICED (International Conference on Engineering Design) Glasgow, 2001.
- [2] Z. Jurković, *Važnost komunikacije u funkcioniranju organizacije*, Stručni rad.
- [3] P. Sikavica, F. Bahtijarević-Šiber i N. Vokić, »Temelji menadžmenta,« Zagreb, Školska knjiga, 2008, p. 583.
- [4] A. M. Maier, D. Donmez, C. Hepperle, M. Kreimeyer, U. Lindemann i P. C. J., »Improving Communication in Design: Recommendations from the literature,« u *International Conference on Engineering Design, ICED*, Denmark, 2011.
- [5] C. Eckert, »The Communication Bottleneck in Knitwear Design: Analysis and Computing Solutions,« *Computer Supported Cooperative Work*, svez. 10, pp. 29-74, 2001.
- [6] A. M. Maier, D. Donmez, C. Hepperle, M. Kreimeyer, U. Lindemann i P. C. J., »Exploration of Correlations between Factors Influencing Communication in Complex Product Development,« *Concurrent Engineering* 16, pp. 37-59, 1 2008.
- [7] M. E. Adams, G. S. Day i D. Dougherty, »Enhancing New Product Development Performance: An Organizational Learning Perspective,« *Journal of Product Innovation Management*, svez. 15, pp. 403-422, 1998.
- [8] M. Kleinsmann, J. Buijs i R. Valkenburg, »Understanding the complexity of knowledge integration in collaborative new product development teams: A case study,« *Journal of Engineering and Technology Management*, svez. 27, pp. 20-32, 2010.
- [9] A. Dong, »The Itent semantic approach to studying design team communication,« Elsevier Ltd., Sydney, 2005.
- [10] R. K. Moenaert, F. Caeldries, A. Lievens i E. Wauters, »Communication Flows in International Product Innovation Teams,« *Journal of Product Innovation Management*, svez. 17, 2000.
- [11] R. Aguilar-Saven, »Business process modelling: Review and framework,« Linköping, Sweden, Department of Production Economics, Linköping Institute of Technology, SE 581 83, 2003.
- [12] E. C. M. i C. P. J., »Planning development processes for complex products,« Springer, London, 2009.
- [13] K. N. Sakhare, B. M. Dabade i A. Kadu, »PLM: Change management Process with custom workflow template,« *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, svez. 3, br. 3, 2014.
- [14] <http://www.steptools.com/stds/step/>, [5/2017].
- [15] [https://en.wikipedia.org/wiki/JT_\(visualization_format\)](https://en.wikipedia.org/wiki/JT_(visualization_format)), [5/2017].
- [16] M. Sachers, »PDTnet - product data technology network,« *ProduktDaten Journal*, svez. 2, 2001.
- [17] X. W. Xu i T. Liu, »A web-enabled PDM system in a collaborative design environment,« Pergamon, Auckland, New Zealand, 2002.
- [18] M. Cholewa, »Product Lifecycle management,« Wrocław University of Technology, Wrocław, 2011.

- [19] M. Zur Muehlen, Workflow - based Process Controlling, Logos Publishers , 2004.
- [20] S. Espana, A. Gonzalez i O. Pastor, »Communication Analysis: a Requirements Engineering Method for Information Systems,« u *21st International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, Amsterdam, Netherlands, 2009.
- [21] O. Shilovitsky, »LinkedIn,« [Mrežno]. Available:
<https://www.linkedin.com/pulse/companies-abandon-plm-workflow-idea-oleg-shilovitsky>.
- [22] https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing, [5/2017].
- [23] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Ontologija_\(informacijske_znanosti\)](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ontologija_(informacijske_znanosti)), [5/2017].
- [24] H. Cai, L. D. Xu, B. Xu, C. Xie, S. Qin i L. Jiang, »IoT-Based Configurable Information Service Platform for Product Lifecycle Management,« *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, svez. 10, br. 2, 2014.
- [25] K. Framling, S. Kubler i A. Buda, »Universal Messaging Standards for the IoT from a Lifecycle Management Perspective,« *Journal of LaTeX Files*, svez. 11, br. 4, 2012.
- [26] <https://wiki.aalto.fi/display/IOT/Quantum+Lifecycle+Management+%28QLM%29+standardsA.>, [5/2017]
- [27] H. Park i . M. R. Cutkosky, »Framework for Modeling Dependencies in Collaborative Engineering Processes,« *Research in Engineering Design*, pp. 84-102, 11 1999.
- [28] W. Van der Aalst, »Designing workflows based on product structures,« Department of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- [29] A. Pla, P. Gay, J. Melendez i B. Lopez, »Petri net-based process monitoring: a workflow management system for process modelling and monitoring,« *Journal of Intelligent Manufacturing*, svez. 25, pp. 539-554, 2014.
- [30] W. Van der Aalst, »The Application of Petri Nets to Workflow Management«.
- [31] M. Bortolini, M. Gamberi, A. Persona, F. Pilati i A. Regattieri, »A timed Petri net based approach for the design of industrial processes,« Bologna.
- [32] O. Hisarciklilar i J. Boujut, »An annotation-based approach to support design communication,« Paris, France, ICED 07, 2007.
- [33] J. Gopsill, H. McAlpine i B. Hicks, »Social Media framework to support Engineering Design Communication,« *Advanced Engineering Informatics* 27, pp. 580-597, 2013.
- [34] <https://www.entrepreneur.com/article/248366>, [5/2017]
- [35] <http://www.creativebloq.com/design/online-collaboration-tools-912855>, [5/2017]
- [36] <https://conceptboard.com/features/team-whiteboards/>, [5/2017]
- [37] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_collaborative_software, [5/2017]
- [38] [https://en.wikipedia.org/wiki/Pyrus_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pyrus_(software)), [5/2017]
- [39] <https://products.office.com/en-us/sharepoint/collaboration>, [5/2017]
- [40] A. Albers, T. Deigendesch, M. Drammer, C. Ellmer, M. Meboldt i C. Sauter, »Wikis as a Cooperation and Communication Platform Within Product Development,« u *International Conference on Engineering Design*, Paris, France, 2007.
- [41] S. R. Fussell, R. E. Kraut, S. E. Brennan i J. Siegel, »A Framework for Understanding Effects of Proximity on Collaboration: Implications for Technologies to Support Remote Collaborative Work,« Human-Computer Interaction Institute, Carnegie Mellon University .

- [42] N. Pavković, *Objektno orijentirani pristup modeliranju procesa konstruiranja*, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2000.
- [43] E. W. Larson i D. H. Gobeli, »Organizing for Product Development Projects,« *Journal of Product Innovation Management*, svez. 5, pp. 180-190, 1988.
- [44] J. Cardoso i W. Van Der Aalst, *Handbook of Research on Business Process Modeling*, Hershey, New York: Information Science Reference.
- [45] P. van Notten, »Scenario Development in Times of Discontinuity,« u *Writing on the Wall*, Maastricht University Maastricht, 2005.
- [46] A. Ryum Kim, S. Woo Lee, J. Park, H. Gook Kang i P. Hyun Seong, »Correlation analysis between team communication characteristics and frequency of inappropriate communications,« *Annals of Nuclear Energy*, svez. 58, pp. 80-89, 2013.
- [47] <http://woped.dhbw-karlsruhe.de/woped/>, [5/2017]
- [48] I. Spence i L. Probasco, *Traceability Strategies for managing Requirements with Use Cases*, Rational, 2000.
- [49] D. N. Ford i J. D. Serman, »Dynamic Modeling of Product Development Processes,« 1997.
- [50] W. Min-Ning, Z.-X. Li, Z. Yong-Heng i Z. Feng, »Mutton Traceability Method Based on Internet of Things,« *Journal of Sensors*, 2014.
- [51] S. Khosravifar, »Modeling Multi Agent Communication Activities with Petri Nets,« *International Journal of Information and Education Technology*, svez. 3, br. 3, 2013.
- [52] G. Horton, K. S. Trivedi i V. G. Kulkarni, »Fluid stochastic Petri nets: Theory, applications, and solution techniques,« *European Journal of Operational Research*, 2 1998.
- [53] A. Karniel i Y. Reich, »Formalizing a Workflow-Net Implementation of Design-Structure-Matrix-Based Process Planning for New Product Development,« *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, svez. 47, 2011.
- [54] T. F. i N. T., »Management of vehicle architecture parameters,« u *International Design Conference*, Dubrovnik, Croatia, 2016.
- [55] R. Addo-Tenkorang i P. T. Helo, »Analysis of enterprise supply chain communication networks in engineering product development,« *The International Journal of Logistics Management*, svez. 22, br. 1, 2017.
- [56] J. N. Maack, »Scenario Analysis: A Tool for Task Managers,« *Social Development Papers*, 2001.
- [57] C. McMahon i M. Xianyi, »A Network Approach to Parametric Design Integration,« Springer-Verlag London Limited, Department of Mechanical Engineering, University of Bristol, UK, 1996.

PRILOZI

I. CD-R disc